Encyclopädie,

oder

zusammenhängender Vortrag

der gemeinnützigsten,

insbesondere aus der Betrachtung der Natur und des Menschen

gesammelten Kenntnisse.

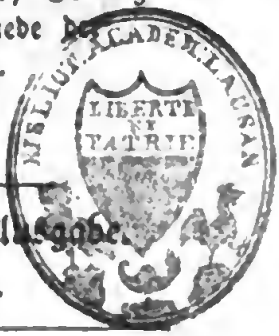
Zweyter Theil.

Die Mathematik und die Naturlehre in Verbindung mit der Chemie und Mineralogie.

Von

Georg Simon Klügel,

Professor der Mathematik und Physik auf der Friedrichs-Universität zu Halle, Mitgliede der Akademieen und Societäten der Wissenschaften zu Petersburg, Berlin, Göttingen und Frankfurt an der Oder, Ehrenmitgliede der ökonomischen Gesellschaft zu Leipzig.



Dritte, verbesserte und vermehrte Ausgabe.

Mit sechs Kupfertafeln.

Mit Königl. Preuß., Kursächsischen und Kurbrandenburgischen allergnädigsten Freyheiten.

Berlin und Stettin,

bey Friedrich Nicolai.

1806.

Digitized by Google

Inhalt
der Naturlehre.*)

Einleitung.

Erster Abschnitt. Allgemeine Eigenschaften der Körper. §. 1 — 19.

Ausdehnung und Theilbarkeit. Undurchdringlichkeit in dem atomistischen System. Beweglichkeit. Beharrungsvermögen. Allgemeine Schwere. Unterschied der festen und flüssigen Körper.

Zweyter Abschnitt. Von der Bewegung und dem Gleichgewichte der Körper. §. 20 — 153.

I. Bewegung überhaupt. §. 20 — 27.

II. Stoß der harten und elastischen Körper. §. 28 — 36

III. Bewegungen, die durch die Schwere verursacht werden. — Fall in der geraden Linie. Fall auf einer geneigten Ebene. Schwingende Bewegung der Pendel. Bewegung geworfener Körper. §. 37 — 72.

IV. Gleichgewicht fester Körper. — Der Hebel. Schwerpunct. Zusammensetzung der Kräfte. §. 73 — 91.

V. Gleichgewicht und Bewegung flüssiger unelastischer Körper. — Bedingungen des Gleichgewichts dieser Körper. Druck auf Boden und Wand der Gefäße. Druck auf feste in ihnen eingetauchte Körper. Anwendung auf die Bestimmung des specifischen Gewichts der Körper. Tafel für die einfachsten Materien. Bewegung flüssiger Körper. §. 92 — 117

VI. Mathematisch physikalische Kenntniß der Luft, oder die Aerometrie. — Elasticität, Schwere, ver-

*) Da es gerade der Raum erlaubt, so füge ich zur bessern Uebersicht der Naturlehre dieses Inhaltsverzeichniß bey.

veränderliche Dichtigkeit der Luft. Die Luftpumpe. Das Barometer. Messung der Höhen durch den Barometerstand. Bewegungen des Wassers vermittelst des Drucks der Luft. Mittel, Bewegungen der Luft zu erregen. §. 118 — 148.

VII. Aussicht in das Weltgebäude. §. 149 — 153.

Dritter Abschnitt. Besondere Anziehungskräfte der Körper. §. 154 — 196.

Adhäsion verschiedener Körper bey der Berührung, in Haarröhrchen, beym Zusammenlöthen, Vergolden ꝛc. Zusammenhang der Körpertheilchen. Haltbarkeit. Sprödigkeit. Dehnbarkeit. Zähigkeit. Elasticität. Krystallisation. Magnetische Kraft.

Vierter Abschnitt. Von den gegenseitigen Wirkungen der Körper auf einander, bey der Verbindung und Trennung ihrer Theile. §. 197 — 230.

Auflösung. Mischung. Sättigung. Scheidung. Verwandtschaft. Gerinnen. Beyspiele an der Milch, am Blute. Gährung.

Fünfter Abschnitt. Von den besondern Eigenschaften der Körper und ihrer Bestandtheile. §. 231 — 465.

I. Geräthschaften zur Zerlegung. §. 231. — 246.

II. Alkalien und Säuren. Pflanzen-Alkali. Mineral-Alkali. Flüssiges Alkali oder Ammoniak. Ammoniakgas. — Säuren. Kohlensäure und kohlensaures Gas. Schwefelsäure. Schwefelhalbsaures Gas. Phosphorsäure. Salpetersäure; Salpeterhalbsaures Gas; oxydirtes Salpeterstoffgas. Salzsäure; salzsaures Gas. Boraxsäure. Flußsäure; flußsaures Gas. Arsenikſäure. Wasserbleysäure. Tungsteinsäure. Chromiumsäure. Kobaltsäure. Pflanzensäuren. Essigsäure. Thierische Säuren. Blausäure. Bernsteinsäure. §. 247 — 334.

III. Die einfachen Erden. — Kalkerde. Thonerde. Kieselerde. Talkerde. Schwererde. Stronthianerde. Zirkonerde. Glycine. Yttererde §. 335 — 349.

IV. Die Metalle, als einfache Substanzen betrachtet. — Allgemeine Beschaffenheiten und chemi-

sche

sche Verhältnisse. Die Metalle einzeln betrachtet. Platina. Gold. Silber. Quecksilber. Kupfer. Eisen. Bley. Zinn. Zink. Antimonium. Wißmuth. Magnesium. Nickelmetall. Kobaltmetall. Uranium. Titanium. Tellurium. Arsenikmetall. Wolfram- oder Tungsteinmetall. Molybdän- oder Wasserbleymetall. Chromium. §. 350—388.

V. Die brennbaren Materien. — Wasserstoff und Wasserstoffgas. Kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas. Schwefel. Hepatische Luft oder schwefelhaltiges Wasserstoffgas. Phosphor. Phosphorhaltiges Wasserstoffgas. Kohlenstoff. Diamant. Weingeist. Versüßte Säuren. Oele. Wachs. Harze. Balsame. Kampher. Fett. §. 389—425.

VI. Die Luft des Dunstkreises. — Hygrometer. Sauerstoffgas. Stickgas. Eudiometer. Uebersicht der Gasarten. §. 426—440.

VII. Das Wasser. — Eigenschaften des Wassers. Verbindung mit der Luft. Eis. Wasserdampf. Verdünstung und Auflösung in der Luft. Zerlegung und Zusammensetzung des Wassers. §. 441—465.

Sechster Abschnitt. Wärme und Feuer. §. 466—531.

Wärmestoff. Thermometer. Vertheilung der Wärme. Specifische Wärme. Fortleitung und Ableitung der Wärme. Erwärmungs- und Erkaltungsfähigkeit. Gesetze der Temperaturveränderung. Leuchten. Verbrennen. Schmelzrohr. Thermolampe. Pyrophor. Schießpulver und andere detonirende Mischungen. Selbstentzündung. Entzündung durch Reiben und Zusammendrückung der Luft. Erkältung durch Ausdehnung der Luft. Schmelzen. Das Athemholen. Das ehemahlige Phlogiston.

Siebenter Abschnitt. Das Licht §. 532—619.

Erscheinungen des Lichts. Gerade fortgehendes Licht. Zurückwerfung des Lichts. Spiegel. Brennspiegel. Brechung des Lichts. Linsengläser. Brenngläser. Einfache

fache Mikroskope. Beugung des Lichts. Die Farben. Prismatische. Farben der Körper. Sympathetische Tinten. Einfluß des Lichts auf die Färbung. Brechbarkeit des Wärmestoffs. Photometrie. Optische Instrumente. Das Auge und das Sehen. Der Regenbogen.

Achter Abschnitt. Der Schall. §. 620 — 659.

Erklärungen. Entstehung. Fortpflanzung durch die Luft. Zurückwerfung. Sprachgewölbe. Sprachrohr. Hörrohr. Fortpflanzung durch Wasser und andere Körper. Mathematisch physikalische Grundsätze der Musik.

Neunter Abschnitt. Von der Elektricität. §. 660 — 742.

Erklärungen. Einfache Erscheinungen. Elektrisirmaschinen. Elektrische Atmosphäre. Vertheilung der Elektricität. Die Verstärkungsflasche. Elektrische Batterie. Elektrophor. Condensator. Elektrometer. Elektricität der Luft. Vermischte Bemerkungen. Theorie. Blitz und Donner. Blitzableiter. Sanct Elmsfeuer. Hagelwetter. Galvanismus. Volta's elektrische Säule.

* * *

Die Mineralogie.

Einleitung. §. 1 — 7.

I. Die Salze. §. 8 — 16.

II. Die Erden und Steine. §. 17 — 111.

Methoden der Eintheilung. Geschlechter der Erdarten. Kalkerde. Thonerde. Kieselerde. Zirkonerde. Talkerde. Schwererde. Stronthianerde. Gemengte Steinarten. Vulkanische Erd- und Steinarten. Specifische Gewichte einiger Steinarten.

III. Die Metalle und ihre Erze. §. 112 — 136.

IV. Die brennbaren Mineralien. §. 137 — 150.

III.

Anfangsgründe der Mathematik.

Digitized by Google

Drittes Hauptstück.

Die Anfangsgründe der Mathematik.

Einleitung.

1. Wir haben das Vermögen, die Dinge, welche wir wahrnehmen, von einander zu unterscheiden. Darauf gründet sich unsere Vorstellung von Vielheit. Ferner können wir an den verschiedenen Dingen das Gemeinsame herausheben, und sie in Rücksicht auf dieses Gemeinsame als Dinge einer Art betrachten. So verfahren wir, wenn wir zählen, und es ist daher eine Zahl die Vorstellung einer Vielheit gleichartiger Dinge. Das Gemeinsame, z. B. ein Foliant, ein Ducat, dient, die gezählten Dinge zu bezeichnen, und heißt in Absicht auf die Zahl die Einheit. Die Beschaffenheit der Einheit geht die Zahl selbst nichts an. Zwölf Ducaten und zwölf Groschen sind als Zahlen nicht verschieden. Jede bestimmte Zahl wird immer als irgend eine Zusammensetzung von andern Zahlen angesehen, z. B. die Zahl 48 als die Summe von 4 Zehnern und 8 Einern, oder als der Unterschied von 50 und 2, oder als das Vierfache von 12, u. s. f. Große Zahlen kann man sich offenbar nicht anders als durch die Zerfällung in gewisse Theile deut-

lich vorstellen; aber auch die kleinsten Zahlen kann man nur durch ihre Zusammensetzung aus andern Zahlen deutlich erklären.

2. Wir können nicht allein die Form oder die Zusammensetzung einer Zahl auf mancherley Art verändern, sondern wir können auch mehrere Zahlen nach irgend einem Gesetze mit einander verbinden, z. B. in den Proportionen. Die Wissenschaft, welche sich mit den Formen und den Verknüpfungen der Zahlen, und der daraus herzuleitenden Erfindung der unbekannten beschäftigt, heißt die Arithmetik. Die leichtern Fälle der Formen und Verknüpfungen gehören für die gemeine Arithmetik, die schweren und verwickelten für die höhere Arithmetik, oder für die Algebra und mathematische Analysis.

3. Den Körpern können wir durch unser Absonderungsvermögen alle ihre Eigenschaften und Beschaffenheiten nehmen, sogar sie aller Wirksamkeit oder ihres Daseyns berauben, und dabey doch dasjenige von ihnen zurückbehalten, was ihnen Größe und Form giebt, das ist, die Ausdehnung. Die Form vermögen wir eigenmächtig nach irgend einem Gesetze zu bestimmen, (z. B. daß der Körper ein Würfel, ein Kegel, eine Kugel sey,) und können daraus Folgerungen ziehen, besonders zur Bestimmung der Größe, das ist, zur Vergleichung eines körperlichen Raums mit einem andern. Die Form der Körper führt uns auf ihre Begränzung oder ihre Oberfläche, eine Ausdehnung, von welcher kein Theil innerhalb des Körpers fällt. Eine solche Ausdehnung können wir uns auch abgesondert von dem Körper für sich allein vorstellen, nämlich eine Fläche, woran wir gleichfalls Form und Größe betrachten. Die Begränzung einer Fläche führt uns auf die Vorstellung einer Linie, von welcher

cher kein Theil innerhalb der Fläche fällt. Die Linien werden auch für sich allein betrachtet. Man sucht die Eigenschaften, welche aus ihrer Form fließen, verbindet sie mit andern Linien, mißt ihre Länge. — Alle solche Untersuchungen über die Ausdehnung gehören in die Geometrie, eine sehr unterhaltende Wissenschaft, an welcher der menschliche Verstand sehr früh seine Kräfte, mit gutem Erfolge, versucht hat.

4. Zahlen, körperliche Räume, Flächen und Linien begreift man unter dem gemeinschaftlichen Namen einer Größe. Eine Größe ist überhaupt, was aus gleichartigen Theilen zusammengesetzt ist. Das Ausgedehnte läßt sich auch durch die Menge der darin angenommenen Theile als eine Zahl ausdrucken und behandeln. So giebt man die Größe eines Feldes durch die Zahl der Morgen, einer Länge durch die Zahl der Ellen an.

5. Die Mathematik enthält alle Arten von Untersuchungen über die Größen. Sie entwickelt den Zusammenhang der Größen, die auf irgend eine Art mit einander verknüpft sind; sie findet die verschiedenen Formen, unter welchen eine und dieselbe Größe dargestellt werden kann, und lehrt, wie aus gewissen bekannten Größen die unbekannten, welche mit ihnen in Verbindung stehen, gefunden werden. — Es ist nicht möglich, in wenigen Worten ihren Umfang zu erschöpfen, oder ihr Verfahren hinlänglich zu beschreiben. Man muß sich an sie selbst wenden, wenn man sie kennen lernen will.

6. Die reine Mathematik nimmt alle Verbindungen der Größen und alle Formen ihrer Zusammensetzung aus sich selbst her. Sie ist daher von der Erfahrung ganz unabhängig, kennt keine Zweifel, Dunkelheiten oder Einschränkungen, und gewährt dem

Verstande die vollkommenste Befriedigung, mit dem Vergnügen, alles aus sich selbst zu schöpfen. Es ist eine Wissenschaft von gewaltigem Umfange, die besonders seit etwa hundert Jahren große Fortschritte gethan hat, und noch immer erweitert wird. Sie begreift die Arithmetik, in der weitesten Bedeutung genommen, und die Geometrie. Hier können nur ihre allererſten und einfachſten Grundlehren vorgelegt werden.

7. Die angewandte Mathematik enthält die Anwendung der allgemeinen Lehrsätze von der Verbindung der Größen, sowohl auf die Eigenschaften und Veränderungen der natürlichen Körper, in so fern sie sich messen lassen, als auf eine Menge von allerhand Geschäften und Bedürfnissen des menschlichen Lebens. Jene nenne man die angewandte physische, diese die technische Mathematik.

8. Die physische angewandte Mathematik hat drey große Haupttheile, die mechanischen, die optischen und die astronomischen Wissenschaften. Einen Theil derselben eignet sich auch die Naturlehre zu. So fern die Lehren der Mechanik von der Erfahrung unabhängig sind, wie es wirklich ein großer Theil ist, könnte man diese auch zur reinen Mathematik rechnen.

9. Zu der technischen Mathematik gehören die praktische Mechanik nebst derselben Anwendung in den mechanischen Künsten, die Civilbaukunst, die Wasserbaukunst, die Kriegswissenschaften, welche aber außer den mathematischen noch eine Menge anderer Kenntnisse enthalten, so wie auch die Wissenschaft des Seewesens, nämlich die Schiffkunst (die Wissenschaft des Schiffers) die Regierung des Schiffes durch die Anwendung der Mechanik, und die Schiffbaukunst, welche bis jetzt fast bloß praktisch getrieben

ist; ferner die Feldmeßkunst, das Nivelliren, die mathematische Forstwissenschaft, die Markscheidekunst oder Bergwerksgeometrie, und die praktische Arithmetik mit der politischen, in welcher die Berechnung wahrscheinlicher Fälle, sowohl durch ihren Nutzen als durch ihre Schwierigkeiten sich auszeichnet.

10. Ein allgemeiner Vortheil, den das Studium der Mathematik verschafft, ohne den großen Nutzen, den sie in der Anwendung bringt, zu rechnen, besteht darin, daß sie das Nachdenken schärft, die Aufmerksamkeit stärket, den Fleiß übt, den Verstand zur Ordnung, Deutlichkeit, Genauigkeit und schnellen Übersicht vieler Sätze gewöhnt, und daher das beste Vorbereitungsmittel zu andern Wissenschaften ist. Deswegen hatte Plato über der Thür seines Hörsaals geschrieben: Kein Unkundiger der Geometrie komme herein.

Erster Abschnitt.

Die gemeine Arithmetik.

1. Rechnung mit ganzen Zahlen.

1. Eine bestimmte Zahl ist die Vorstellung der Form einer Vielheit gleichartiger Dinge. (Einleit. 1.) Bey benannten Zahlen ist die Einheit eine bestimmte Sache, bey unbenannten ist sie unbestimmt, und heißt ein Einer. Eine ganze Zahl ist eine solche, die durch die Wiederholung der Einheit erschöpft wird. Was eine gebrochne Zahl sey, wird in der Folge erklärt werden.

2. Um uns jede noch so große Zahl deutlich vorzustellen, zerfällen wir sie in Theile von verschie-

denen zehnfach steigenden Einheiten, deren jeder Theil höchstens neun enthält, indem zehn eine Einheit der nächst höhern Ordnung ausmachen. Die Einheiten der vier ersten Ordnungen heißen Einer, Zehner, Hunderte, Tausende. Die Tausende zählen wir wie Einer bis zu tausend Tausenden, das ist einer Million; die Millionen wie Einer bis zu einer Million derselben oder einer Billion. Von dieser steigen wir zu einer Trillion, Quadrillion, Quinquillion u. s. f., welche Einheiten jede eine Million mahl größer sind als die nächst vorhergehende. Diese Form der Zahlen heißt die dekadische. Man könnte auch andere Formen annehmen, und z. B. nach Dutzenden, anstatt nach Zehnern, rechnen.

3. Von Billionen u. s. w. macht man sich immer einen zu kleinen Begriff. Eine Billion Secunden, deren doch 3600 auf eine Stunde gehen, macht 31688 Jahre und ein weniges darüber aus, das Jahr zu 365 Tagen 6 Stunden gerechnet. — Eine Trillion Gerstenkörner ist mehr, als die Erde in einem Jahre tragen könnte, wenn sie auch ganz aus Ackerland bestände. (Man rechne den Morgen Landes zu 30720 Quadratfuß, die geographische Meile, 15 auf einen Grad, zu 23660 rheinl. Fuß, so hält eine Quadratmeile 18222$\frac{1}{3}$ Morgen. Die Oberfläche der Erde enthält 9281916 Quadratmeilen, also 169139714310 Morgen. Auf ein Pfund gehen etwa 10150 Gerstenkörner. Es müßte also ein Morgen 582$\frac{1}{2}$ Pf. tragen.)

4. Die Bezeichnung der Zahlen geschieht auf eine gleichförmige Art. Die Einer, Zehner, Hunderte ꝛc., werden alle durch dieselben Zeichen, deren nur neun nöthig sind, angedeutet; die Größe der Einheit wird durch die Stelle angezeigt. Die Einer nehmen den ersten Platz rechter Hand ein, die Zehner

den

den zweyten, die Hunderte den dritten u. ſ. w., die Millionen den ſiebenten, die Billionen den dreyzehnten, die Trillionen den neunzehnten, u. ſ. w. Die Stelle der Millionen kann man oben mit einem Striche, der Billionen mit zwey Strichen u. ſ. w. bezeichnen. Wenn eine Gattung von Einheiten fehlt, ſo wird ihre Stelle durch o ausgefüllt.

Exempel.

18'''446744''073709'551615.

Dieſe Zahl iſt die Summe aller Gerſtenkörner, welche man erhält, wenn für das erſte Feld eines Schachbrettes eins, für das zweyte zwey, für das dritte vier, und ſo immer weiter doppelt gerechnet werden.

5. Addiren heißt eine Zahl finden, die ſo groß iſt als zwey oder mehrere Zahlen zuſammen genommen. Man nennt ſie die Summe dieſer.

6. Bey ganzen Zahlen bewerkſtelliget man dieſes ſo, daß man die Einer unter einander, alſo auch die Zehner, die Hunderte u. ſ. w. unter einander ſchreibt, darauf die Einheiten jeder Ordnung erſtlich beſonders addirt, und dieſe hernach mit einander vereiniget, indem man für jeden Zehner einer Ordnung eine Einheit der nächſt höhern nimmt.

Exempel.

	7805	
	39426	
	749	
	895394	
	24	Einer
	15	Zehner
	22	Hunderte
	21	Tauſende
	12	Zehntauſende
	8	Hunderttauſende
Summe.	943374	Einer

Die Einer, Zehner ꝛc. werden aber nicht besonders hingeschrieben, sondern die Zehner jeder Ordnung von Einheiten werden gleich als Einheiten zu denen von der nächst höhern Ordnung gezählt.

7. Zur Probe, ob man richtig addirt habe, addire man alle Ziffern der aufgegebenen Zahlen, ohne auf den Werth wegen ihrer Stelle zu sehen, und werfe von der Summe der Ziffern so oft Neun weg, als es angeht; in der zu probirenden Summe verfahre man mit den Ziffern auf gleiche Art. Der Rest, nach der Wegwerfung aller Neuner, muß beidemahl derselbe seyn. In dem Exempel ist er 3. Diese Probe gründet sich darauf, daß in der dekadischen Form der Zahlen die Summe der Ziffern einer Zahl, bey der Division mit Neun, denselben Rest giebt, welchen die Zahl selbst bey der Division mit Neun läßt. Dieser Rest pflegt die Probezahl genannt zu werden.

8. Subtrahiren heißt, die Zahl finden, um welche eine Zahl kleiner ist als eine andere größere. Sie heißt der Unterschied oder der Rest.

9. Zu dem Ende zieht man die Einer von den Einern, die Zehner von den Zehnern u. s. f. ab, weswegen die gleichartigen Einheiten auch hier über einander geschrieben werden müssen. Ist in der Zahl, wovon der Abzug geschieht (dem Minuendus), eine Gattung von Einheiten in geringerer Menge da, als in der abzuziehenden (dem Subtrahendus), so nimmt man von der nächst höhern Gattung eine Einheit dazu, die so viel als Zehn derjenigen Gattung beträgt, von welcher der Abzug geschehen soll. Fehlt diese, so geht man zu der um zwey Stufen höhern Gattung, und borgt daselbst eine Einheit, welche so viel als zehn von der nächst höhern Gattung beträgt. Davon nimmt man Eins, das ist zehn, zu derjenigen Gattung, wo die obere Ziffer kleiner als die untere ist. Auf eine

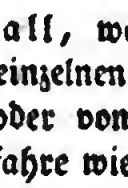
ähnliche Art verfährt man, wenn auch die um zwey Stufen höhere Gattung fehlt. Man geht zu der um drey Stufen höhern, u. s. f.

Exempel.

842796	842796	740238	700028
231574	258728	574896	457271
611222	584068	165342	242757

10. Wenn man den Rest und den Subtrahendus addirt, so kommt der Minuendus heraus.

11. Multipliciren heißt, eine Zahl so oft nehmen, als die Einheit in einer andern Zahl enthalten ist. Jene Zahl heißt der Multiplicandus, diese der Multiplicator, beide, Factoren, was herauskommt, das Product. In dem nebengesetzten Schema ist AB der eine Factor, AC der andere, ABCD das Product. Es erhellt daraus, daß jeder der beiden Factoren in dem Producte so oft steckt, als die Einheit in dem andern enthalten ist. Daher können der Multiplicandus und der Multiplicator mit einander verwechselt werden.



12. Erster Fall, wenn der eine Factor des Products aus einer einzelnen Ziffer besteht, sie mag nun Einer, Zehner oder von jeder andern Ordnung bedeuten. Man verfahre wie in folgendem Beyspiele.

Multiplicandus	756429	
Multiplicator	6	
	54	Einer
	12	Zehner
	24	Hunderte
	36	Tausende
	30	Zehntausende
	42	Hunderttausende
Product	4538574	Einer

Kürzer: man zähle jedesmahl in Gedanken gleich die Zehner einer Gattung als Einheiten zu dem Producte von der nächst höhern Gattung.

```
  756429
       6
 -------
 4538574
```

Wenn die einzelne Ziffer des Multiplicators Zehner, Hunderte, u. s. f. bedeutet, so multiplicirt man mit derselben eben so, als wenn sie Einer bedeutet, und hängt dem Producte so viele Nullen an, als sich in dem Multiplicator befinden.

```
  756429          756429
      60             600
 --------        --------
 45385740        453857400
```

13. Soll eine Zahl, wie 756429, mit einer andern, wie 4358, multiplicirt werden, so multiplicirt man sie nach der abgekürzten Art mit 8; 50; 300; 4000, und addirt die Producte.

```
   756429
     4358
 ---------
  6051432
 37821450
226928700
3025716000
----------
3296517582
```

Die Nullen am Ende jedes Partialproducts läßt man weg, rückt aber jedes Partialproduct nach der Reihe um eine Stelle ein, wodurch man jede Ziffer des Multiplicators als schlechte Einer zu betrachten befugt wird. Kommen in dem Multiplicator Nullen vor, so muß man für jede Null ebenfalls um eine Stelle einrücken.

14. Zu den Hülfsmitteln beym Multipliciren, wenn dieselbe Zahl oft als Factor gebraucht wird, gehören

der

der Rechenknecht und die Neperischen Stäbe. Jener enthält alle Vielfache des Multiplicandus vom 1 bis zum 9fachen, woraus man also nur die Partialproducte abschreiben darf. Die Neperischen Stäbe sind ein geschwinder Rechenknecht.

15. Eine nützliche Probe der Multiplication ist folgende: Man summire die Ziffern jedes Factors, und werfe von jeder Summe so viele Neuner weg, als möglich ist, multiplicire die Reste in einander, werfe auch von dem Producte alle darin enthaltenen Neuner weg, und merke sich den Rest. Darauf summire man die Ziffern des berechneten Products, werfe von der Summe alle darin steckenden Neuner weg, so muß der Rest jenem Reste gleich seyn. Z. E. die Reste von den beiden Factoren in dem Exempel sind 6 und 2, deren Product 12, der Rest 3. Eben diese 3 ist der Rest von der Summe der Ziffern des Products.

16. Dividiren heißt eine Zahl in eine gewisse Anzahl gleicher Theile theilen. Jene Zahl heißt der Dividendus, diese der Divisor, einer der gleichen Theile der Quotient. Dividiren ist also, eine Zahl finden, die aus dem Dividendus eben so entsteht, wie die Einheit aus dem Divisor. In dem Schema ist ABCD der Dividendus, AC der Divisor, jede der Horizontalreihen wie AB, einer der gleichen Theile, oder der Quotient.

A * * * * * B
* * * * *
C * * * * * D

17. Man ziehe den Divisor AC von dem Dividendus ABCD so oft ab, als es möglich ist, und merke sich die Zahl AB, welche dieses angiebt, so hat man den Quotienten AB. Man bekömmt nämlich offenbar so viel Horizontalreihen, als Einheiten in AC sind, wenn man AC so oft hinsetzt, bis der Dividendus erschöpft ist. Es ist hier noch bloß von ganzen Quotienten die Rede.

18.

18. Der Quotient giebt also sowohl einen gewissen Theil des Dividendus an, als auch, wie oft sich der Divisor abziehen lasse. Z. E. 15 Rthlr. dividirt durch 3 sind 5 Rthlr. und 15 Rthlr. enthalten 3 Rthlr. 5 mahl.

19. Der Quotient mit dem Divisor multiplicirt, giebt den Dividendus. — Und der Dividendus durch den Quotienten dividirt giebt wieder den Divisor.

20. Den Quotienten zu finden, bedient man sich der wiederholten Subtraction des Divisors, bis der Dividendus erschöpft ist (17.). Man nimmt aber den Divisor nicht einzeln weg, sondern so viel zehn- hundert- tausend- und noch mehr mahl weg, als es sich nur thun läßt. Den Anfang macht man mit dem höchsten Vielfachen.

Exempel.

Divisor	Dividendus	Quotient
6	589242	90000 mahl
	540000	8000 =
	49242	200 =
	48000	00 =
	1242	7 =
	1200	98207 mahl
	42	
	42	
	0	

Kürzer: man läßt die Nullen in den Partialproducten weg; setzt zu jedem Reste die Ziffern des Dividendus einzeln nach der Reihe hinzu, und schreibt die Ziffern des Quotienten gleich hinter einander.

21. Besteht der Divisor aus mehr Ziffern, so verfährt man auf eine ähnliche Art. Z. B.

Divi-

Divisor	Dividendus	Quotient
728	3532298	4852
	2912	
	6202	
	5824	
	3789	
	3640	
	1498	
	1456	
	Rest 42	

Zur Ersparung des Raums setze man die Partialproducte unterhalb des Divisors, und die Reste nach einander unterhalb des Dividendus.

Der Rechenknecht und die Neperischen Stäbe thun bey dem Dividiren mit einer oft vorkommenden Zahl noch mehr Dienste als bey dem Multipliciren.

22. Die Probe der Multiplication (15.) dient auch hier, wenn man Divisor und Quotient als Factoren, und den Dividendus als Product ansieht, wofern die Division keinen Rest läßt. Ist ein Rest geblieben, so addire man die Probezahl dieses Restes (7.) zu dem Producte der Probezahlen des Divisors und Quotienten, und die Summe, nach Wegwerfung der darin etwa enthaltenen Neuner, muß so groß seyn als die Probezahl des Dividendus. Die Neunerprobe entdeckt einen begangenen Rechnungsfehler zuverlässig, wenn nicht mehr als einmahl gefehlt ist. Es giebt noch eine ähnliche, aber nicht so bequeme Probe mit der Zahl Eilf. Die Division und Multiplication dienen sich auch wechselseitig zur Probe.

23. Dieses sind die vier Species der Rechenkunst, die im gemeinen Leben häufig gebraucht werden.

In

In mathematischen Rechnungen kommt noch eine Species vor, nämlich die Zerfällung einer Zahl in zwey oder mehr gleiche Factoren, das ist, die Ausziehung der Wurzeln, wovon in der Folge sich Beyspiele finden werden. — Eine arithmetische Species ist überhaupt eine Verwandlung der Form einer Zahl. Durch die Addition wird eine Zahl, die durch ihre Theile auf irgend eine Art gegeben war, durch andere Theile, nach der dekadischen Anordnung, ausgedruckt. Beym Subtrahiren wird umgekehrt eine Zahl, als Theil eines Ganzen, durch dieses Ganze und den andern Theil gefunden. Bey der Multiplication ist der Multiplicandus als eine Einheit, der Multiplicator als die Menge dieser Einheiten anzusehen; das Product stellt dieselbe Größe, durch die Einer des Multiplicandus, dekadisch geordnet, dar. Bey der Division wird umgekehrt jene Einheit oder die Menge derselben durch den Quotienten ausgedruckt.

24. Die arithmetischen Operationen deutet man durch gewisse Zeichen an, die Addition durch $+$, die Subtraction durch $-$, die Multiplication durch $\times$ oder einen Punct zwischen den Factoren, die Division durch einen Strich unter dem Dividendus und über dem Divisor, oder auch ein (:) zwischen dem Dividendus und Divisor. Diese Zeichen gebraucht man, wenn man nicht sowohl die Zahlen selbst, als ihre Form darstellen will. Die Gleichheit zweyer Größen deutet man durch das zwischen ihnen gesetzte Zeichen (=) an, z. B. $12 + 8 = 4 \cdot 5$.

25. Die ganzen Zahlen sind entweder einfache oder zusammengesetzte. Einfache sind diejenigen, welche kein Product aus zwey ganzen Zahlen sind, z. B. 19; 293; 1103. Zusammengesetzte Zahlen sind alle, welche aus zwey oder mehr einfachen Zahlen durch die Mul-

Multiplication entstehen. Es ist in manchen Fällen nützlich, eine Tafel der einfachen Zahlen zur Hand zu haben. Man hat auch Tafeln der Factoren der zusammengesetzten Zahlen.

II. Rechnung mit Brüchen.

26. Es ist willkührlich, was man beym Zählen zur Einheit nehmen will. So vielmahl die Einheit größer gemacht wird, so vielmahl wird die Zahl, wodurch dieselbe Größe ausgedruckt wird, kleiner, und umgekehrt. Z. E. 24 Fuß sind 12 Ellen oder 4 Klaftern.

27. Ein wahrer oder eigentlicher Bruch ist ein Theil der Einheit. Der Begriff eines Bruchs enthält zwey Zahlen, eine, die anzeigt, in wie viel gleiche Theile die Einheit getheilt ist, den Nenner; die andere, welche angiebt, wie viel dieser gleichen Theile (Bruchs-Einheiten) man zu nehmen hat, den Zähler. Man schreibt den Zähler oben, den Nenner unter einem Querstriche, wie $\frac{1}{4}$.

28. Ein uneigentlicher Bruch enthält im Zähler mehr Theile als die Einheit, z. E. $\frac{19}{5}$. Nimmt man durch die Division den Nenner von dem Zähler so oft weg, als es angeht, so hat man die in dem Bruche steckenden Einer, hier 3, und die übrigen 4 sind der Zähler des überschießenden wahren Bruches $\frac{4}{5}$. Nämlich $\frac{5}{5} = 1$; $\frac{10}{5} = 2$; $\frac{15}{5} = 3$, also $\frac{19}{5} = 3 + \frac{4}{5}$.

Umgekehrt verwandelt man eine ganze Zahl mit anhängendem Bruche in einen uneigentlichen Bruch. So ist $3 + \frac{4}{5} = \frac{15}{5} + \frac{4}{5} = \frac{19}{5}$. Eine ganze Zahl wird in einen Bruch verwandelt, wenn man sie mit der Zahl multiplicirt, die man zum Nenner nimmt. Z. B. $7 = \frac{28}{4}$.

29. Jeder Quotient ist ein Bruch, dessen Zähler der Dividendus, der Nenner der Divisor ist. Denn es ist einerley, ob man von dem ganzen Dividendus einen gewissen Theil, oder ob man von jeder der Einheiten desselben den eben so vielten Theil nimmt. Ist der Dividendus kleiner als der Divisor, z. E. wenn 3 durch 4 zu dividiren sind, so kann man den Quotienten nicht anders als durch den Bruch $\frac{3}{4}$ (den vierten Theil jedes Einers des Zählers) ausdrucken. Ist der Dividendus größer, so kann man dem Quotienten eine doppelte Form geben. Z. B. der Quotient von 19 durch 5 ist $\frac{19}{5}$ oder $3\frac{4}{5}$. Es ist nämlich $\frac{19}{5} = \frac{15}{5} + \frac{4}{5} = 3\frac{4}{5}$. Soll der Quotient angeben, wie vielmahl man den Divisor von dem Dividendus wegnehmen könne, so ist in dem Beyspiele die Antwort: 3 mahl und noch der 5te Theil des Divisors 4 mahl.

30. Multiplicirt man den Zähler eines Bruches mit einer ganzen Zahl, so wird der Bruch selbst damit multiplicirt. Als, $\frac{3}{11} \times 2 = \frac{6}{11}$. Denn 6 ist 2 mahl so viel als 3, die Einheit, hier $\frac{1}{11}$, mag seyn, welche sie will.

31. Multiplicirt man aber den Nenner mit einer ganzen Zahl, so wird der Bruch so vielmahl kleiner als diese Zahl anzeigt. Z. E. $\frac{7}{17}$ ist dreymahl so klein als $\frac{7}{5}$. So viel Theile mehr auf dasselbe Ganze gehen, so vielmahl kleiner muß jeder seyn. (26.)

32. Folglich wird durch die Division des Zählers der Bruch dividirt; durch die Division des Nenners aber multiplicirt, beidemahl durch den gebrauchten Divisor.

33. Werden Zähler und Renner mit einerley Zahl multiplicirt oder dividirt, so bleibt die Größe des Bruchs ungeändert. Z. E. $\frac{3}{4} = \frac{6}{8} = \frac{9}{12} = \frac{12}{16}$ ꝛc.

34.

34. Hierdurch kann man zwey oder mehr Brüche auf einerley Benennung bringen, um sie mit einander zu vergleichen. Z. E. $\frac{3}{5}$ und $\frac{4}{7}$ sind, jener $\frac{3 \cdot 7}{5 \cdot 7}$, dieser $\frac{4 \cdot 5}{7 \cdot 5}$, das ist $\frac{21}{35}$ und $\frac{20}{35}$. Man multiplicirt den Zähler und Nenner eines jeden durch den Nenner des andern. Auf diese Art verfährt man auch mit mehrern. Der Zähler und Nenner eines jeden wird durch das Product der Nenner der übrigen multiplicirt. Z. E. $\frac{2}{3}$, $\frac{4}{7}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{3}{4}$ sind $\frac{280}{420}$, $\frac{240}{420}$, $\frac{84}{420}$, $\frac{315}{420}$.

35. Oft kann man zu dem gemeinschaftlichen Nenner mit einer kleinern Zahl ausreichen, als die nach dieser Regel zu findende ist. Wenn nämlich zwey oder mehrere Nenner einen gemeinschaftlichen Factor haben, so behält man diesen nur bey einem Nenner bey, und läßt ihn bey den übrigen weg. Denn es kommt hier nur darauf an, eine Zahl zu finden, worin die Nenner aufgehen. Diese ist gewiß das Product aller Nenner. Wenn aber zwey, z. E. in den Brüchen $\frac{5}{6}$, $\frac{7}{10}$, einen gemeinschaftlichen Factor, hier 2, haben, so gehen sie nicht allein in dem Producte 3 . 2 . 5 . 2, sondern auch in dem 3 . 2 . 5 auf, und die Brüche sind $\frac{25}{30}$, $\frac{21}{30}$. Die Nenner der Brüche $\frac{5}{6}$, $\frac{7}{10}$, $\frac{11}{14}$, gehen in dem Producte 2 . 3 . 5 . 7, das ist 210, auf, und die Brüche sind $\frac{175}{210}$; $\frac{147}{210}$; $\frac{165}{210}$.

36. Vorausgesetzt also, daß man jede Zahl in ihre einfachen Factoren zu zerlegen wisse, zerfälle man jeden Nenner in seine einfachen Factoren, und streiche diejenigen aus, die schon aus andern Nennern aufgenommen sind. Das Product der übrigen ist der gesuchte kleinste gemeinschaftliche Nenner. Die Brüche, welche auf einerley Benennung zu bringen sind, seyn

$\frac{5}{12}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{7}{8}$, $\frac{11}{15}$, $\frac{4}{21}$, $\frac{1}{14}$.

Zerfället man die Nenner, nach der Ordnung der Brüche, in ihre einfachen Factoren, und setzt Eins für die ausgestrichenen, so erhält man die Factoren

2 . 2 . 3; 1 . 5; 1 . 1 . 2; 1 . 1; 1 . 7; 1 . 1, oder 2 . 2 . 3 . 5 . 2 . 7 = 840, als den kleinsten gemeinschaftlichen Nenner, und die Zähler der Brüche sind 350, 252, 735, 616, 160, 60.

37. Das erklärte Verfahren heißt die **Reduction** der Brüche auf einerley Benennung, oder das Einrichten der Brüche. Eine andere nützliche Veränderung ist das **Aufheben**, indem man einen Bruch in den möglich kleinsten Zahlen darstellt. Fällt ein gemeinschaftlicher Factor des Zählers und Nenners in die Augen, so dividirt man beide sogleich dadurch. Z. E. $\frac{35}{56}$ ist $\frac{5}{8}$. Ist dieses nicht, so dividirt man den größern von beiden durch den kleinern, darauf den kleinern durch den Rest, ferner diesen Rest durch den zweyten Rest u. s. f., bis die Division aufgeht. Der letzte Divisor ist der größte gemeinschaftliche Theiler. Ist der letzte Divisor Eins, so ist der Bruch unverkleinerlich. Es sey der Bruch $\frac{805}{2829}$, so steht die Rechnung folgendergestalt:

Divisor	Dividendus	Rest
805	2829	414
414	805	391
391	414	23
23	391	0

der Bruch läßt sich also durch 23 aufheben, und ist $\frac{35}{123}$.

38. Brüche zu **addiren**, bringe man sie vorher auf einerley Nenner (35. 36.) wenn sie nicht schon sie haben, und addire die Zähler. Exemp. $\frac{5}{8} + \frac{7}{10} + \frac{11}{14} = \frac{175}{280} + \frac{147}{280} + \frac{165}{280} = \frac{487}{280} = 2\frac{67}{280}$. Weil die

die Zähler nunmehr einerley Theile des Ganzen bedeuten, so kann man sie als Größen einer Art zusammenzählen.

39. Einen Bruch von einem andern zu **subtrahiren**, bringe man beide, wenn es nöthig ist, auf einerley Nenner, und subtrahire den kleinern Zähler von dem größern. Z. E. $\frac{5}{6} - \frac{7}{10} = \frac{25}{30} - \frac{21}{30} = \frac{4}{30} = \frac{2}{15}$.

40. Die **Multiplication eines Bruches** mit einer ganzen Zahl ist schon gelehrt (30. 32.). Einen Bruch, wie $\frac{6}{7}$, oder auch eine ganze Zahl, mit einem Bruche wie $\frac{1}{5}$, dessen Zähler 1 ist, multipliciren, ist nichts anders als sie durch 5 dividiren. Eine Größe einfünftheilmahl nehmen, heißt, den fünften Theil von ihr nehmen. Also ist $\frac{6}{7} \times \frac{1}{5} = \frac{6}{35}$ (31.). So auch $8 \times \frac{1}{5} = \frac{8}{5}$. Soll man nun mit $\frac{3}{5}$ multipliciren, so ist das Product 3mahl so groß als das durch die Multiplication mit $\frac{1}{5}$ entstandene. Also ist $\frac{6}{7} \times \frac{3}{5} = \frac{18}{35}$, und $8 \times \frac{3}{5} = \frac{24}{5}$. Daraus erhellet die

Regel: Mit einem Bruche zu multipliciren, muß man mit dem Zähler multipliciren, und durch den Nenner dividiren.

41. Dieses stimmt auch mit dem Begriffe der Multiplication (11.) überein. Der fünfte Theil der Einheit ist in $\frac{3}{5}$ enthalten 3mahl; also muß auch der fünfte Theil des Multiplicandus in dem Producte enthalten seyn 3mahl.

42. Einen Bruch durch eine ganze Zahl zu dividiren ist schon vorher (31. 32.) gelehrt. Soll ein Bruch oder auch eine ganze Zahl durch einen Bruch, als $\frac{3}{5}$, dividirt werden, und sieht man den Divisor als die Menge der Theile an, so muß der Quotient oder die Größe des Theils 5mahl größer seyn, als bey der

Diviſion durch die ganze Zahl 3, da die Menge der Theile 5mahl kleiner gemacht iſt. Folglich muß man durch den Zähler 3 des Diviſors dividiren, und mit dem Nenner 5 multipliciren. So iſt $\frac{4}{7} : \frac{3}{5} = \frac{4}{7.3} . 5 = \frac{4.5}{7.3} = \frac{20}{21}$.

43. Nimmt man den Diviſor für die Größe des Theils, den Quotienten für die Menge, ſo muß man den Dividendus und den Diviſor auf einerley Benennung bringen, um beide mit einander zu vergleichen. Jener ſey $\frac{4}{7}$, dieſer $\frac{3}{5}$, ſo iſt $\frac{4}{7} = \frac{20}{35}$, und $\frac{3}{5} = \frac{21}{35}$. Nun iſt $\frac{20}{35}$ durch $\frac{21}{35}$ dividiren, eben das, was 20 durch 21 dividiren, da der Name $\frac{1}{35}$, oder die gemeinſchaftliche Bruchs-Einheit, auf die Vergleichung keinen Einfluß hat. Demnach iſt $\frac{4}{7} : \frac{3}{5} = \frac{20}{21}$, wie vorher; und es folgt

Die Regel: Durch einen Bruch zu dividiren, muß man durch den Zähler dividiren, und mit dem Nenner deſſelben multipliciren.

44. Dieſes ſtimmt ebenfalls mit dem Begriffe von der Diviſion für ganze Zahlen überein. Die Einheit entſteht aus dem Diviſor $\frac{3}{5}$ durch die Diviſion mit 3 und Multiplication mit 5. Folglich muß der Quotient aus dem Dividendus $\frac{4}{7}$ auf eben die Art herausgebracht werden. Er iſt alſo $\frac{4}{21} . 5 = \frac{20}{21}$.

45. Da ein Bruch zwey Begriffe enthält, einer Theilung und einer Vervielfältigung: ſo iſt mit einem Bruche multipliciren oder dividiren ebenfalls eine gedoppelte Operation, die man aber, nach der Übereinſtimmung mit dem Verfahren bey ganzen Zahlen, entweder Multipliciren oder Dividiren nennt.

46. Ein unreiner Bruch (Doppelbruch) iſt, deſſen Zähler oder Nenner, oder beide, Brüche enthal-

halten. Z. E. $\frac{3\frac{1}{5}}{8}$, oder $\frac{4\frac{2}{7}}{9\frac{1}{5}}$. Wenn man Zähler und Nenner durch ordentliche Brüche ausgedruckt hat, so dividirt man jenen durch diesen, und giebt dadurch dem Bruche eine ordentliche Form. Jener Bruch ist $\frac{16}{40} = \frac{2}{5}$; dieser ist $\frac{150}{32} = \frac{75}{16}$.

Von den Decimalbrüchen.

47. Ein Decimalbruch ist ein Bruch, dessen Nenner 10 oder 100 oder 1000 und so ferner, ein Product aus der mehrmals in sich selbst multiplicirten Zahl 10 ist. Die Decimalbrüche sind von großer Bequemlichkeit, und lassen sich wie ganze Zahlen behandeln, daher in der Mathematik fast keine andere gebraucht werden.

48. So wie man die ganzen Zahlen aus Einern, Zehnern, Hunderten ꝛc. zusammensetzt, so wird man auch die Bruchtheile durch Zehntheilchen, Hunderttheilchen u. s. f., sehr bequem ausdrucken können. Und wie man den Werth der Zahlziffern linker Hand hin mit jeder Stelle zehnfach größer werden läßt, so wird man von der Stelle der Einer nach der Rechten hin, nur den Ziffern einen mit jeder Stelle zehnmal kleinern Werth beylegen dürfen, um die Nenner ersparen zu können. Aber die Stelle der Einer muß durch ein beliebiges Zeichen, einen Punct, oder lieber ein Komma, bemerkt werden. Solchergestalt wird 354,8703 heißen 354 Einer, 8 Zehntheile, 7 Hundertth., 0 Tausendth., 3 Zehntausendth. Ferner 0,693 heißt 0 Einer, 6 Zehnth., 9 Hundertth., 3 Tausendth. Und 0,0046 sind 4 Tausendth., 6 Zehntausendtheile.

49. Die zur rechten Hand des Einerzeichens stehenden Ziffern machen eine Reihe Decimalbrüche aus,

die man sehr leicht auf einen gemeinschaftlichen Nenner, den Nenner des kleinsten unter ihnen, bringt. So ist $0,693 = \frac{693}{1000}$, weil $\frac{6}{10} + \frac{9}{100} + \frac{3}{1000} = \frac{600}{1000} + \frac{90}{1000} + \frac{3}{1000}$. Eben so ist $354,8703 = \frac{3548703}{10000}$. Kurz, man lasse das Komma weg, und nehme zum Nenner eine Eins mit so vielen Nullen, als durch das Komma Ziffern und Nullen rechter Hand abgeschnitten sind.

50. Man kann einem nach (48.) ausgedruckten Decimalbruche so viele Nullen anhängen als man will, ohne daß dadurch der Werth desselben verändert würde. Denn der Werth jeder Ziffer ist durch das Komma bestimmt. Aber für jede Stelle, die das Komma rechter Hand hin fortrückt, wird die Zahl mit 10 multiplicirt, und für jede, die es linker Hand hinaufrückt, mit 10 dividirt.

51. **Addition.** Decimalbrüche addirt man, wie ganze Zahlen, nachdem man sie so geordnet, daß die Kommata über einander stehen.

Exempel.

```
  23,437
   4,8027
 583,29
   0,00248
-----------
 611,53218
```

52. **Subtraction.** Diese geschieht auf die nämliche Art.

```
  57,8042        84,56
  13,263         17,0582
-----------    -----------
  44,5412        67,5018
```

53. **Multiplication.** Man verfährt, als wenn man ganze Zahlen, mit Weglassung des Komma, zu multipliciren hätte, und schneidet von dem Producte so viele

viele Ziffern von der rechten nach der linken Hand ab, als in beiden Factoren zusammen abgeschnitten sind.

Exempel.

8374	83,74	83,74	0,024
1,26	12,6	0,126	0,026
502,44	50,244	0,50244	0,000144
1674,8	167,48	1,6784	0,00048
8374	837,4	8,374	0,000624
10551,24	1055,124	10,55124	

Denn so vielmahl ein Factor kleiner wird, so vielmahl wird auch das Product kleiner.

54. Division. I. Fall, wenn Divisor und Dividendus beide ganze Zahlen sind. Den Dividendus oder den Rest macht man, sobald es nöthig ist, durch Hinzusetzung einer oder mehrerer Nullen zu Zehntheilen, Hunderttheilen ꝛc., und verfährt mit diesen so, wie man sonst mit den Zehnern, Hunderten ꝛc. verfährt.

Exempel.

13	288	22,1538461538461 ....
26	28	Einer
26	20	Zehnth.
13	70	Hundertth.
65	50	Tausendth.
39	110	Zehntausendth.
	u. s. w.	

wo die Partialproducte zur Seite gesetzt sind, nach (21).

Der Quotient bricht oft nicht ab; allein man kann ihn bis zu einer beliebigen Genauigkeit fortsetzen. Zuletzt kehren dieselben Ziffern von einer gewissen an wieder, wenn man auf einen Rest kommt, der schon einmahl da gewesen ist. In dem Exempel bey der 7ten Decimalstelle des Quotienten.

II. Fall, wenn der Dividendus allein Decimaltheile enthält. Die Division wie vorher, nur daß das Komma in dem Quotienten um so viele Stellen nach der linken Hand hin fortrückt, als Ziffern in dem Dividendus abgeschnitten sind.

13 |2,88|0,22153 . . .

III. Fall, wenn der Divisor Decimaltheile enthält. Man rückt das Komma in demselben bis zu der letzten Ziffer vorwärts, und das Komma in dem Dividendus um eben so viele Stellen, in welche man für die etwa fehlenden Ziffern Nullen setzt.

Exempel.

1,3|2,88

das ist 13|28,8|2,215 . . .

Oder:

0,013|288

13 |288000|22153,84 . . .

III. Ausziehung der Quadratwurzel.

55. Das Product einer Zahl in sich selbst, heißt ihr **Quadrat**; das Product aus der Zahl in das Quadrat, der **Cubus** oder Würfel; aus dem Cubus in die Zahl das **Biquadrat**. Diese Producte und die auf ähnliche Art fortgesetzten nennt man auch **Potenzen**, die Zahl selbst die erste, das Quadrat die zweyte, den Cubus die dritte, u. s. w. Z. E. von der Zahl 5 ist das Quadrat 25, der Cubus 125, das Biquadrat 625, u. s. f. Die Zahl, welche auf diese Art in sich selbst multiplicirt wird, heißt die **Wurzel**, die Quadratwurzel für ein Quadrat, die Cubikwurzel für einen Cubus, ꝛc.

56. Die Wurzel aus einer Potenz ziehen, ist, die Zahl, welche als eine gewisse Potenz angesehen wird,

wird, in so viele gleiche Factoren zerfällen, als der Grad der Potenz anzeigt. Die Quadratwurzel aus einer Zahl finden, ist, sie in zwey gleiche Factoren zerfällen; die Cubikwurzel, sie in drey gleiche Factoren zerfällen.

57. Die Ausziehung der Quadratwurzel macht einige Schwierigkeit, die der Cubikwurzel mehr, die von höhern Graden erfordert die Hülfe der höhern Mathematik. Da die Ausziehung der Quadratwurzel in mathematischen und physikalischen Berechnungen nicht selten verlangt wird, so wird sie hier nicht fehlen dürfen.

58. Man muß zuerst die Entstehung des Quadrats aus den Theilen der Wurzel entwickeln. Die Wurzel sey 46 oder 40 + 6. Man multiplicire sie auf folgende Art in sich selbst

$$\begin{array}{r} 46 = 40 + 6 \\ 46 = 40 + 6 \\ \hline 1600 \\ 240 \\ 240 \\ 36 \\ \hline 2116 \end{array}$$

Es enthält also das Quadrat einer zweytheiligen Zahl, wie 46, erstlich das Quadrat der Zehner, zweytens das Product aus den Zehnern in die Einer zweymahl, drittens das Quadrat der Einer. Man kann die Zehner als schlechte Einer betrachten, nur muß man ihr Quadrat in der Stelle der Hunderte anfangen lassen, und das doppelte Product aus ihnen in die Einer in der Stelle der Zehner.

59. Soll man aus 2116 die Quadratwurzel finden, so zieht man jene Theile nach der Ordnung in ihren Stellen ab.

Qua-

Quadrat		Wurzel
21	16	46
16		
8) 5	1	
4	8	
	36	
	36	
	0	

Dasjenige Quadrat, welches unter den Quadraten der Einer, nämlich 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, der Zahl der vorhandenen Hunderte gleich oder nächst kleiner ist, ist das Quadrat der ersten Ziffer der Wurzel. Hier fällt 2100 zwischen 1600 und 2500, also die Wurzel zwischen 40 und 50, und die erste Ziffer ist 4. Man ziehe das Quadrat (1600) ab, und nehme zu den übrigen Hunderten die vorhandenen Zehner, hier Einen. In diesen Hunderten und Zehnern (hier 51 Zehnern) steckt das doppelte Product aus den Zehnern in die Einer der Wurzel, oder das Product aus dem doppelten ersten Theile in den zweyten. Dividirt man also die Zehner durch den doppelten ersten Theil, so erhält man den zweyten Theil. Man ziehe das doppelte Product beider Theile ab, nehme zu dem Reste die vorhandenen Einer, und ziehe nun auch das Quadrat der Einer davon ab. Bleibt nichts übrig, so ist die Wurzel genau gefunden. Wäre jener Rest kleiner als das Quadrat der Einer, so müßte man den gefundenen zweyten Theil um 1 vermindern. Bleibt nach Abzug des Quadrats der Einer noch ein Rest, so muß man, wenn es nöthig ist, die Wurzel noch genauer suchen. Hier sind noch ein paar Exempel, in welchen das doppelte Product und das Quadrat des zweyten Theils zusammengezogen sind.

Qua-

Quadrat		Wurzel
54	76	74
49		
14) 5	76	
5	76	
	0	

Quadrat		Wurzel
74	32	86
64		
16) 10	32	
9	96	
	36	Rest

60. Wenn man zu einer Zahl, wie 38, eine, zwey oder mehr Nullen fügt, so wird ihr Quadrat um doppelt so viel Nullen vermehrt. Das Quadrat von 38 ist 1444, von 380 ist es 144400, von 3800 ist es 14440000 u. s. w. Soll man nun das Quadrat von einer Zahl wie 386 so machen, daß die Entstehungsart desselben aus der Wurzel sichtbar wird, so verfahre man wieder wie in (58.).

386
386

380 . 380 = 144400
2 . 380 . 6 = 4560
6 . 6 = 36
148996

oder

3	8	6
9	..	..
4	8.	..
	64	..
	45	6.
		36
14	89	96

Eben so, wenn die Wurzel 4 Ziffern hat. Z. E. In 3867 sehe man die 386 Zehner als den ersten Theil an, und verfahre wie vorher.

3867
3867
14899600
54040
49
14953689

oder

3	8	6	7
9	..	..	..
4	8.	..	..
	64	..	..
	45	6.	..
		36	..
	5	40	4.
			49
14	95	36	89

61. Ein

61. Ein Quadrat enthält demnach die Quadrate jeder Zahlziffer, und die doppelten Producte aus jeder Ziffer in alle vorhergehenden als Eine Zahl betrachtet. Theilt man das Quadrat in Classen von zwey Ziffern von der rechten Hand an, weil die oberste Classe linker Hand auch nur eine Ziffer bekommen kann, so steckt in jeder Classe das Quadrat derjenigen Ziffer, die mit der Classe einerley Stelle hat. Die doppelten Producte aus jeder Ziffer der Wurzel in alle vorhergehenden fangen mit ihrer untersten Ziffer linker Hand in derjenigen Classe an, die mit jener Ziffer der Wurzel dieselbe Stelle hat.

62. Bey der Ausziehung der Wurzel werden die Theile des Quadrats in eben der Ordnung wieder von dem Quadrat abgezogen, als sie bey der Zusammensetzung desselben zu einander gesetzt wurden.

	Quadrat				Wurzel
	14	95	36	89	3867
	9				
6)	5	95			
	4	8			
		64			
76)		51	36		
		45	6		
			36		
772)		5	40	89	
		5	40	4	
				49	
				0	

63. Das Quadrat eines Bruchs z. E. $\frac{3}{4}$ ist das Quadrat des Zählers dividirt durch das Quadrat des Nenners, also $\frac{9}{16}$. Denn $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ (40.). Und aus

aus einem Bruche die Wurzel zu ziehen, muß man sowohl aus dem Zähler als dem Nenner die Wurzel suchen.

64. Ist eine Zahl kein Quadrat einer ganzen Zahl, und will man die Wurzel genauer wissen, so multiplicire man die vorgegebene Zahl mit 100 oder 10000 oder 1000000 u. s. f. und dividire sie durch eben diesen Multiplicator, daß sie die Form eines Bruches bekommt. Aus dem Zähler und Nenner ziehe man die Wurzel, dadurch erhält man die gesuchte Wurzel auf halb so viel Decimalstellen, als man zu der Zahl Nullen gesetzt hat. Z. E. aus 764, das ist $\frac{7640000}{10000}$, ist die Wurzel $\frac{2764}{100}$ oder 27,64 beynahe.

65. Man muß wissen, daß, wenn eine Wurzel nicht unter den ganzen Zahlen zu finden ist, sie auch nicht durch einen Bruch vollkommen ausgedruckt werden kann, ob es gleich möglich ist, sie so genau, als es nur verlangt wird, anzugeben. Eine Größe, die sich, wie die Quadratwurzel aus 5, durch die angenommene Einheit und ihre Theile nicht vollkommen ausdrukken läßt, nennt man eine Irrationalzahl. Sie hat ihre bestimmte Größe (die Geometrie kann jede Quadratwurzel genau darstellen) aber sie ist durch die angenommene Einheit unaussprechbar.

66. Die Ausziehung der Cubikwurzel zu lehren, würde zu weitläufig fallen. Man trifft sie fast in allen Elementarbüchern an. Zur Erleichterung dieser Rechnungen hat man Tafeln der Quadrate und Cuborum berechnet, für alle Wurzeln von 1 bis 1000 oder 10000. Um vor den eingeschlichenen Druckfehlern sicher zu seyn, bediene man sich des folgenden Täfelchens, welches die Summe der Ziffern in der Wurzel, dem Quadrate und dem Cubus, enthält, nachdem die darin enthaltenen Neuner weggeworfen sind.

Für

Für die Wurzel	0.1.2.3.4.5.6.7.8.
Für das Quadrat	0.1.4.0.7.7.0.4.1.
Für den Cubus	0.1.8.0.1.8.0.1.8.

Z. E.

Wurzel	Quadrat	Cubus
472	222784	105154048
473	223729	105823817
474	224676	106496424

In jedem Quadrate ist die Summe der Ziffern von dem Vielfachen der Neun um 0 oder 1 oder 4 oder 7 unterschieden; in dem Cubus um 0 oder 1 oder 8.

IV. Von Verhältnissen und Proportionen.

67. Ein **Verhältniß** ist eine Verknüpfung zweyer Größen, in Absicht auf die Zusammensetzung der einen aus den gleichen Theilen der andern. Man giebt der einen Größe irgend eine Anzahl gleicher Theile, und stellt sich die andere als eine Vielheit eben dieser gleichen Theile vor. Die Menge der gleichen Theile in der erstern ist willkührlich. Daher kann das Verhältniß derselben zwey Größen auf unzählig viele Arten in Zahlen dargestellt werden, so wie auch ein Paar Größen dasselbe Verhältniß haben kann, wie ein Paar anderer, von jenen ganz verschiedenen Größen, wenn jene nämlich in Absicht auf die Menge der gleichen Theile mit diesen übereinstimmen. Es kommt also bey einem Verhältnisse nicht auf die Größe der Glieder an und für sich betrachtet, oder die absolute, an, sondern auf ihre vergleichungsmäßige oder relative Größe.

68. Jede Zahl enthält den Begriff eines Verhältnisses, nämlich in Beziehung auf die Einheit, durch deren Wiederholung sie entsteht, oder aus deren Theilen sie zusammengesetzt wird. Zwey Zahlen, z. B. 24

und

und 32, geben ihr Verhältniß unmittelbar durch die Menge ihrer Einer, als eines gemeinschaftlichen Maaßes, zu erkennen. Haben sie ein größeres gemeinschaftliches Maaß als die Einheit, so druckt man ihr Verhältniß lieber vermittelst dieses Maaßes aus. So ist das Verhältniß von 24 und 32 dasselbe mit dem von 12 und 16, oder noch faßlicher mit dem von 3 und 4.

69. Die Größen, welche in einem Verhältnisse mit einander verknüpft werden, heißen die Glieder des Verhältnisses, eines derselben das vorhergehende, das andere das nachfolgende, oder das vordere und das hintere. Die Stellung ist willkührlich. Die Verknüpfung beider bezeichnet man durch das Zeichen (:). Z. B. das Verhältniß von 3 zu 4 durch 3 : 4.

70. Die ganze oder gebrochne Zahl, mit welcher das vorhergehende Glied eines Verhältnisses multiplicirt werden muß, um das nachfolgende zu erhalten, heißt der Exponent des Verhältnisses. Z. B. von 24:32 ist der Exponent $\frac{4}{3}$. Der Exponent druckt die Größe des nachfolgenden Gliedes eines Verhältnisses aus, wenn das vorhergehende zur Einheit genommen wird.

71. Die erklärte Verknüpfung zweyer Größen heißt auch das geometrische Verhältniß, zum Unterschiede von einer andern Verknüpfung, die man in der neuern Mathematik auch ein Verhältniß, und zwar das arithmetische, nennt. Dieses ist die Verknüpfung zweyer Größen, in Absicht auf ihren Unterschied, z. B. von 24 und 32 in Absicht auf den Unterschied 8. Man bezeichnet das arithmetische Verhältniß auf folgende Art: 32 — 24, oder 24 — 32.

Allgemein ist Verhältniß die Verknüpfung zweyer Größen ohne Rücksicht auf ihre absolute Größe oder ihr Verhältniß zu einer gewissen Einheit.

Da die Vergleichung der arithmetischen Verhältnisse leicht ist, so soll sie den Anfang machen.

Die arithmetische Proportion.

72. Zwey arithmetische Verhältnisse sind gleich, wenn die vorhergehenden Glieder um dieselbe Größe vermehrt oder vermindert, die nachfolgenden Glieder geben. Z. E. 20 — 8 und 16 — 4.

73. Zwey gleiche arithmetische Verhältnisse geben eine arithmetische Proportion, welche ihrer Natur zufolge so bezeichnet wird: 8 — 20 = 4 — 16. Das erste und vierte Glied heißen die beiden äußern, die andern die mittlern Glieder.

74. Die Summe der beiden mittlern Glieder in einer arithmetischen Proportion ist so groß als die Summe der beiden äußern.

In der Proportion 8 — 20 = 4 — 16 ist 20 + 4 = 8 + 12 + 4, und 8 + 16 = 8 + 4 + 12, beidemahl dasselbe, nämlich die Summe der vorhergehenden Glieder nebst dem Unterschiede 12. Wäre die Proportion so geschrieben, 20 — 8 = 16 — 4, so hätte man 8 + 16 = 20 — 12 + 16 und 20 + 4 = 20 + 16 — 12, beidemahl wieder die Summe der vorhergehenden Glieder um den Unterschied 12 vermindert.

75. Aus den drey ersten Gliedern einer arithmetischen Proportion erhält man das vierte, wenn man von der Summe des zweyten und dritten das erste abzieht.

76. Sind die beiden mittlern Glieder einander gleich, so heißt die Proportion eine **zusammenhängende oder stetige**, z. E. 6 — 9 = 9 — 12.

77. In einer zusammenhängenden arithmetischen Proportion ist das mittlere Glied die halbe Summe der beiden äußern. Also findet man es gleich durch die Halbirung der Summe der beiden äußern, wenn diese gegeben sind.

78. Das **arithmetische Mittel** von zwey oder mehrern Zahlen ist die Summe aller dividirt durch die Anzahl derselben. Als, von 110, 104, 116, 98, ist das arithmetische Mittel 428 dividirt durch 4, das ist 107. Dieses kommt häufig vor, z. E. wenn man den Ertrag eines Gutes aus dem Durchschnitte der Erträge mehrerer Jahre berechnet, oder die Anzahl der jährlich Gebohrnen, Sterbenden und Getrauten an einem Orte nach der Mittelzahl angiebt.

Die geometrische Proportion.

79. Geometrische Verhältnisse sind gleich, wenn das folgende Glied jedes Verhältnisses aus dem vorhergehenden durch die Multiplication mit derselben Zahl, ganzen oder gebrochnen (auch irrationalen) entsteht, oder, wenn die Exponenten (70) gleich sind. So sind gleich die Verhältnisse 12 : 4 und 15 : 5; desgleichen 8 : 14 und 12 : 21.

80. Zwey gleiche geometrische Verhältnisse geben eine **geometrische Proportion**, welche überhaupt bezeichnet wird, wie diese, 8 : 14 = 12 : 21. Die vier Größen in der Ordnung, wie sie stehen, heißen **proportionale**. Man spricht die geometrische Proportion gewöhnlich so aus: 8 verhält sich zu 14 wie 12 zu 21. Das erste und vierte Glied heißen auch

hier die beiden äußern, das zweyte und dritte die beiden mittlern Glieder.

81. Sind die beiden mittlern Glieder einander gleich, so ist die Proportion eine zusammenhängende oder stetige, wie 8 : 12 = 12 : 18. Die beiden mittlern heißen jedes die mittlere geometrische Proportionalzahl zwischen den beiden äußern.

82. Hauptsatz. In jeder geometrischen Proportion ist das Product der beiden mittlern Glieder gleich dem Producte der beiden äußern.

Denn das zweyte Glied ist ein Product aus dem ersten in den Exponenten; also ist das Product der beiden mittlern Glieder das Product aus dem ersten und dritten Gliede und dem Exponenten. Ferner ist das vierte Glied gleich dem Producte aus dem dritten in denselben Exponenten, und daher das Product der beiden äußern Glieder gleich dem Producte aus dem ersten und dem dritten und dem gemeinschaftlichen Exponenten beider Verhältnisse. Folglich ist das Product der mittlern Glieder gleich dem Producte der beiden äußern.

83. In einer stetigen Proportion ist das Quadrat des mittlern Gliedes gleich dem Producte der beiden äußern. Daher muß man, um die mittlere geometrische Proportionalzahl zwischen zwey Zahlen zu finden, aus dem Producte dieser letztern die Quadratwurzel ziehen. Als: zwischen 8 und 18 ist die mittlere Proportionalzahl die Quadratwurzel aus 144, nämlich 12.

84. Das vierte Glied einer geometrischen Proportion aus den drey übrigen zu finden, multiplicirt man das zweyte in das dritte, und dividirt durch das erste. Z. E. zu 8, 14, 12 ist die vierte Proportionalzahl

zahl das Product aus 14 mahl 12, nämlich 168, dividirt durch 8, also 21. Diese Vorschrift nennt man die Regel de Tri oder die goldene Regel.

85. Die Glieder desselben Verhältnisses müssen gleichartige Größen seyn. Aber die Größen zweyer Verhältnisse können ungleichartige seyn, und sind es auch oft. Z. E. 8 ℔ und 14 ℔ von derselben Waare verhalten sich wie 12 Rthlr. und 21 Rthlr., wenn die 8 ℔ kosten 12 Rthlr. Zwey ungleichartige Größen können aus zwey ihnen gleichartigen auf einerley Art entstehen.

86. Das Verhältniß zweyer Größen jeder Art, z. E. 8 ℔ und 14 ℔, ist dasselbe mit dem Verhältnisse der Zahlen 8 und 14, wodurch sie vermittelst einer gemeinschaftlichen Einheit ausgedruckt werden. Auf den Namen der Einheit kommt es gar nicht an. Die Zahl 14 entsteht aus 8 immer auf dieselbe Art, was auch die Einheit bedeuten mag.

87. Auf eine Proportion, worin zwey Paare ungleichartiger Größen vorkommen, den Satz von der Gleichheit der Producte der äußern und der mittlern Glieder oder die Regel de Tri anzuwenden, muß man ein Paar durch bloße Zahlen ausdrucken. Z. E. wenn 8 ℔ : 14 ℔ = 12 Rthlr. : 21 Rthlr., so sind 14 mahl 12 Rthlr. gleich 8 mahl 21 Rthlr., und 14 mahl 12 Rthlr. dividirt durch 8 sind 21 Rthlr., als das vierte Glied der Proportion. Die Bestimmung der Einheit in 12 und 21 macht keine Veränderung in den Producten und in dem vierten Gliede. Aber nun müssen 8 und 14 bloß als Zahlen betrachtet werden. Denn man kann nicht 12 Rthlr. mit 14 ℔ multipliciren, wohl aber 12 Rthlr. mit der Zahl 14, oder sie 14 mahl nehmen.

88. Ein Verhältniß bleibt ungeändert, wenn man die Glieder desselben durch einerley Zahl dividirt oder multiplicirt. Z. B. 8 : 14 ist gleich dem 4 : 7 oder 24 : 42, oder 12 : 21. Die Menge der Theile kann man sich als unverändert vorstellen, sie werden nur so vielmahl größer oder kleiner, als der Multiplicator oder Divisor die Einheit enthält. In 4 und 7 sind so viel Theile, als respective in 8 und 14 sind, nur sind sie dort 2 mahl kleiner als hier. Darauf beruht ein gewöhnlicher Rechnungsvortheil, daß man die beiden ersten Glieder einer Proportion, wenn sie einen gemeinschaftlichen Factor haben, mit demselben dividirt. Z. B. wenn 8 ℔ : 14 ℔ = 12 Rthlr. : 21 Rthlr., so setzt man dafür 4 : 7 = 12 Rthlr. : 21 Rthlr. Auch kann man daher ein Verhältniß, dessen Glieder gebrochne Zahlen sind, in ganzen Zahlen darstellen. Z. B. $4\frac{3}{7} : 9\frac{1}{7} = 30 : 64\frac{2}{7} = 150 : 322 = 75 : 161$.

89. Die beiden mittlern Glieder einer Proportion darf man, wenn alle vier Größen gleichartig sind, verwechseln. Wenn z. E. 8 : 14 = 12 : 21, so ist auch 8 : 12 = 14 : 21. Denn 14 und 21 sind gleiche Vielfache von 8 und 12, durch denselben Exponenten, $\frac{7}{4}$, folglich ist ihr Verhältniß dasselbe mit dem 8 : 12.

90. Darum darf man auch das erste und dritte Glied mit einerley Zahl dividiren oder multipliciren, ohne daß dadurch das vierte geändert wird. Wenn 4 : 7 = 12 : 21, so ist auch 1 : 7 = 3 : 21. Hierauf gründet sich ein ähnlicher Rechnungsvortheil, wie in (88.).

Anwendung der Regel de Tri.

91. Ehe man die Regel de Tri (84.) anwenden kann, muß man aus der Beschaffenheit der Größen wis-

wiſſen oder beweiſen, daß ein Paar Größen in gleichem Verhältniſſe mit einem Paare anderer Größen ſtehe, ſie mögen ſo groß oder ſo klein ſeyn, als ſie wollen. Hierbey ſind zwey Fälle zu unterſcheiden.

92. Erſtlich: zwey Gattungen von Größen können ſo von einander abhangen, daß für jeden gleichen Theil bey denen von der einen Gattung ein und derſelbe Theil bey denen von der andern genommen werden muß. So iſt es mit den Waaren und ihren Preiſen, mit den Capitalien und den Intereſſen, der Anzahl der Arbeiter und der Arbeit oder dem Lohne in einerley Zeit, beſchaffen. So hängt die Menge der Waare von der Schwere des Pfundes, oder der Länge der Elle oder der Größe des Gemäßes ab. So wird die Länge des gleichförmig durchlaufenen Raums aus der Zeit oder Geſchwindigkeit beſtimmt.

Bey einer ſolchen Beſchaffenheit der Größen kommen die zuſammengehörigen (als die Waare und ihr Preis) beide entweder in die vorhergehenden oder nachfolgenden Glieder der Proportion, weil in jeder Proportion die nachfolgenden Glieder jedes gleich vielmahl größer oder kleiner ſind, als ihre vorhergehenden. Man druckt dieſe Beſchaffenheit kurz ſo aus: die Waare verhält ſich wie der Preis, die Intereſſe wie das Capital. Oder man ſagt: die Waaren, die Intereſſen ſtehen in einem ordentlichen Verhältniſſe, jene mit den Preiſen, dieſe mit den Capitalien.

93. Sehr oft ſind, zweytens, die zuſammengehörigen Größen ſo beſchaffen, daß die eine ſo vielmahl größer oder kleiner wird, als die zu ihr gehörige kleiner oder größer wird. So verhält ſich die Zahl der Arbeiter umgekehrt wie die Zeit, worin ſie ein Stück Arbeit fertig liefern; Capitalien umgekehrt wie die Zeit, worin ſie dieſelbe Intereſſe abwerfen; die Ellen-

zahl umgekehrt wie die Länge der Elle, und überhaupt die Zahl, wodurch dieselbe Größe ausgedruckt wird, umgekehrt wie die Einheit. Je breiter ein Tuch ist, desto weniger Ellen braucht man. Je besser die Münzsorte, desto kleiner ist die Zahl, wodurch derselbe Werth an Gelde ausgedruckt wird. Diese Beschaffenheit zeigt man allgemein dadurch an, daß man sagt, das **Verhältniß** zweyer Größen sey das **umgekehrte** zweyer andern. Die zusammengehörigen Größen kommen in diesem Falle beide in die mittlern oder in die äußern Glieder zu stehen. Denn das vierte Glied einer Proportion, bey unveränderten mittlern Gliedern, wird größer oder kleiner so vielmahl als das erste, welches dividirt, kleiner oder größer gesetzt wird. Z. E. 3 Arbeiter gebrauchen 8 Tage, so gebrauchen 6 Arbeiter 4 Tage, oder 6 Arb. : 3 Arb. = 8 T. : 4 T.

Das arithmetische Verfahren, das vierte Glied zu finden, ist dasselbe wie bey dem ordentlichen Verhältnisse. Nur die Stellung der Größen macht den Unterschied aus.

94. Die Rechenmeister pflegen die mit der gesuchten Größe gleichnamige in die Mitte zu setzen. Sie müßte richtiger das dritte Glied seyn. Hieran ist inzwischen nichts gelegen, wenn man nur durch das mechanische Ansetzen, nach den Ausdrücken der Frage, sich nicht verführen läßt, ein umgekehrtes Verhältniß als ein ordentliches anzusetzen, oder eine Proportion anzunehmen, wo keine statt findet. Zur Erläuterung der gewöhnlichsten Fälle in Absicht auf die Berechnung mögen folgende drey Beyspiele dienen:

1. Exempel. 5 ℔ 11 Lth. kosten 10 Rthlr., was kosten 25 ℔ 17 Lth.? Der gewöhnliche Ansatz ist

5 ℔ 11 Lth. — 10 Rthlr. — 25 ℔ 17 Lth.

Hier

Hier müssen die beiden gleichnamigen Glieder auf einerley Benennung 171 Loth und 817 Loth gebracht werden. Darauf multiplicirt man 10 Rthlr. mit 817 und dividirt mit 171, welches 47 Rthlr. 18 Gr. 8 Pfennige giebt.

2. Exempel. 100 ℔ kosten 37 Rthlr. 17 Gr., was kosten 245 ℔?

Die Reduction der Rthlr. auf Groschen zu ersparen, verfahre man folgendergestalt:

100 ℔ — 37 Rthlr. 17 Gr. — 245 ℔

12 |	$\frac{1}{2}$	37
4 |	$\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}$	1715
1 |	$\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}$	735
		9065 Rthlr.
	$\frac{1}{2}\cdot 245 =$	122 = 12 Gr.
	$\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}\cdot 245 =$	40 = 20 =
	$\frac{1}{4}\cdot\frac{1}{3}\cdot\frac{1}{2}\cdot 245 =$	10 = 5 =
	100)	9238 = 13 =
		92 Rthl. 9 Gr. 3 ₰

Die Zerfällung oder Zerstreuung der 17 Gr. kann man kurz, wie hierbey gesetzt ist, vornehmen, auch die neben den aus 245 genommenen Theilen gesetzten Producte weglassen.

17 Gr

12 — $\frac{1}{2}$
4 — $\frac{1}{3}$
1 — $\frac{1}{4}$

3. Exempel. 100 ℔ kosten 63 Rthlr. 21 Gr. 4 Pfenn., was kosten 423 ℔ 12 Lth.?

Hier wird der Preis, 63 Rthlr. 21 Gr. 4 Pfenn., stückweise mit 423 multiplicirt, und darauf mit $\frac{12}{32}$ (nicht mit 12 Loth) das ist mit $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{4}$, wie folget.

100 ℔ — 63 Rthl. 21 Gr. 4 ₰ — 423 ℔ 12 Lth.

12 -- ½	⅓	63	8 -- ¼	
6 -- ½		26649 Rthl.	4 -- ½	
3 -- ½		211	= 12 Gr. -- ₰	
		105	= 18 = -- =	
		52	= 21 = -- =	
		5	= 21 = -- =	
		15	= 23 = 4 =	
		7	= 23 = 8 =	
		100) 27048	= 23 = -- =	

270 Rthl. 11 Gr. 9 ₰

Man erspart sich durch die Zerfällung die Reduction auf die kleinste Benennung, also große Multiplication und Division.

95. Noch ein Paar Exempel von umgekehrten Verhältnissen.

1. Ein Brodt für 2 Gr. wiegt 3 ℔ 21 Loth 3 Quent., wenn der Himte Rocken 16 Gr. kostet, was muß es wiegen, wenn der Himte 12 Gr. kostet?

Die Gewichtzahl verhält sich umgekehrt wie der Preis des Himten, also ist der Ansatz

12 : 16 = 3 ℔ 21 Loth 3 Quent. : gesuchtem, oder

1 : 4 = 1 ℔ 7 Loth 1 Quent. : gesuchtem, welches also 4 ℔ 29 Loth sind.

2. Der Pariser Fuß verhält sich zum Rheinländischen wie 1440 zu 1392, das ist wie 30 zu 29, wie viel Rheinländische Fuß sind 384 Pariser? — Die Fußzahl verhält sich umgekehrt wie die Größe des Fußes, also steht die Proportion so:

29 : 30 = 384 P. F. : gesucht. Rheinl. F.

Die gesuchte Zahl ist $397\frac{7}{29}$.

96.

96. Ein Rechnungsvortheil ist, daß man den Unterschied der gesuchten Größe und der ihr gleichartigen sucht. Man nimmt alsdann zum zweyten Gliede den Unterschied der beiden andern Größen. Die Unterschiede der Glieder entstehen aus den vorhergehenden Gliedern nothwendig auf einerley Art. Z. E. aus der Proportion

12 Gr. : 16 Gr. = 3 ℔ 21 ℓ. 3 Qu. : gesuchtem

folgt

12 Gr. : 4 Gr. = 3 ℔ 21 ℓ. 3 Qu. : Unterschiede oder 3 Gr. : 1 Gr. = 3 ℔ 21 ℓ. 3 Qu. : 1 ℔ 7 ℓ. 1 Qu., welches mit dem gegebenen Gewichte 4 ℔ 29 Loth ausmacht. So auch in dem andern Exempel. Am bequemsten ist dieses Verfahren, wenn die beiden ersten Glieder um 1 unterschieden sind.

Zusammensetzung der Verhältnisse.

97. Oft bestimmt sich eine Größe nicht aus einer allein, sondern aus mehrern zugleich. Alsdann muß man untersuchen, wie sie sich aus jeder allein bestimmen würde, wenn die andern beyseite gesetzt werden. Z. E. Interessen verhalten sich bey gleichen Zeiten und Procenten wie die Capitalien; bey gleichen Capitalien und Procenten wie die Zeiten; bey gleichen Zeiten und Capitalien wie die Procente. Um die Interessen zweyer verschiedenen Capitalien, bey verschiedenen Zeiten und Procenten, mit einander zu vergleichen, müßte man drey Ansätze nach der Regel de Tri machen. Als: 1000 Rthlr. zu 5 P. C. geben in 12 Monaten 50 Rthlr. Interesse; was geben 4000 Rthlr. zu 4 P. C. in 18 Monaten? Die drey einzelnen Proportionen sind folgende:

Capi-

Capital) 1000 : 4000 = 50 Rthlr. : 200 Rthlr.
Procente) 5 : 4 = 200 : 160
Monate) 12 : 18 = 160 : 240
und die gesuchte Interesse ist 240 Rthlr.

Hierin besteht die Zusammensetzung der Verhältnisse. Das Verhältniß der Interessen 50 Rthlr. : 240 Rthlr. wird aus den Verhältnissen der Capitalien, Procente und Monate, durch die Mittelglieder 200 Rthlr. und 160 Rthlr. zusammengesetzt.

Wenn man bemerkt, wie die Mittelglieder und die gesuchte Größe, eines nach dem andern, aus den gegebenen Größen der Frage zusammengesetzt werden, so wird man finden, daß das gesuchte Glied des zusammengesetzten Verhältnisses aus dem gegebenen (hier 50 Rthlr.) durch die Multiplication mit allen folgenden Gliedern der componirenden Verhältnisse, und Division mit allen vorhergehenden Gliedern derselben entsteht. Daraus erhellt, wie man der Mittelglieder entbehren, und alle Proportionen, soviel ihrer auch seyn mögen, in eine einzige vereinigen könne.

98. Regel der Zusammensetzung der Verhältnisse. Man setze alle Verhältnisse, wovon die gesuchte Größe abhängt, unter einander, so daß in den ordentlichen Verhältnissen das vorhergehende Glied zu der gegebenen Größe, die mit der gesuchten gleichnamig ist, gehöre, das nachfolgende aber zu der gesuchten Größe selbst, in den umgekehrten aber diese Stellung der Glieder umgekehrt werde. Das Product aller vorhergehenden Glieder giebt das erste Glied der Proportion, das Product der nachfolgenden das zweyte, die gegebene, mit der gesuchten Größe gleichnamige, das dritte, und die gesuchte Größe ist das vierte Glied. Jedes der componirenden Verhältnisse muß mit diesen beiden Gliedern, was die Stellung betrifft, eine richtige

tige Proportion machen, wenn alle übrigen Verhältnisse auf die Seite gesetzt werden. Nun wird, wie in jeder Proportion, die gegebene Größe mit dem Producte der nachfolgenden Glieder multiplicirt, und mit dem Producte der vorhergehenden dividirt. *).

99. Das obige Exempel steht so:

Capital { 1000 : 4000 }
Procente { 5 : 4 } = 50 Rthlr. : 240 Rthlr.
Monate { 12 : 18 }

Man kann sich hier des Aufhebens bequem bedienen, wenn man mit den Factoren, die in dem ersten und in dem zweyten oder dritten Gliede zugleich enthalten sind, jenes und diese dividirt.

1ϕϕϕ : 4ϕϕϕ
5 : 4
4 12 : 6 18 } = 5ϕ : 240
10

100. Zweytes Exempel. 1000 Rthlr. zu 5 P. C. geben in 12 Monaten 50 Rthlr. Interesse; wie groß ist das Capital, das zu 4 P. C. in 18 Monaten 240 Rthlr. Interesse bringt?

Die Capitalien verhalten sich, bey sonst gleichen Umständen, wie die Interessen, aber verkehrt wie die Procente, und auch verkehrt wie die Zeiten. Die Proportion ist demnach folgende:

Interesse { 50 : 240 }
Procente { 4 : 5 } = 1000 Rthlr. : 4000 Rthlr.
Monate { 18 : 12 }

101. Drittes Exempel. Es haben 50 Mann in 16 Tagen einen Graben 400 Fuß lang, 10 Fuß tief

*) Diese Regel heißt die Regula de Quinque, wenn der componirenden Verhältnisse zwey sind; die Regula de Septem, wenn derselben drey sind, und so ferner.

tief, 15 Fuß breit, ausgebracht: in wie viel Zeit werden 80 Mann einen Graben 600 Fuß lang, 12 Fuß tief, 20 Fuß breit ausbringen?

$$\left\{\begin{matrix} 80 : 50 \\ 400 : 600 \\ 10 : 12 \\ 15 : 20 \end{matrix}\right\} = 16 \text{ Tage} : 24 \text{ Tage.}$$

102. Viertes Exempel. Es können 30 Quadratfuß Fläche mit 8 Cubikfuß Gyps 1 Zoll dick begossen werden: wie viel Quadratfuß können mit $10\frac{2}{3}$ Cub. Fuß $1\frac{3}{4}$ Zoll dick begossen werden?

$$\left\{\begin{matrix} 8 : 10\frac{2}{3} \\ 1\frac{3}{4} : 1 \end{matrix}\right\} = 30 \text{ Qu. F.} : 22\tfrac{6}{7} \text{ Qu. F.}$$

Die Nenner der Brüche müssen durch die Multiplication mit denselben auf beiden Seiten weggeschafft werden, oder man dividirt, wie es hier angeht, auf derselben Seite wieder mit dem Nenner.

103. Wenn man das dritte Glied zu dem zweyten als Factor setzt, und das gesuchte zu dem ersten, so hat man den Ansatz nach des de Rees Methode. Das gesuchte werde durch * bezeichnet, so steht das Exempel (100.) wie folgt.

*	—	1000 Rthlr.	Capital
50	—	240	Interesse
4	—	5	P. C.
18	—	12	Monate.

Die gesuchte Größe ist das Product der Zahlen rechter Hand, dividirt durch die linker Hand gestellten. Man wird hieraus begreifen, wie die bekannten Größen in den beiden Columnen zu stellen sind, welches man von de Rees nicht lernt, der auch nicht die gleichnamigen Größen neben einander stellt, wie es doch seyn muß, wenn man den Grund ihrer Stellung begreifen soll.

104.

104. Bey der Vergleichung der Münzsorten und Maaße, auch bey Waarenrechnungen, gebraucht man gleichfalls die Zusammensetzung der Verhältnisse, die hier den Namen der Kettenregel bekommt, von der Art, wie die Größen zusammengestellt werden. Man vertauscht nach derselben eine Gattung von Größen gegen eine andere, bis man auf diejenige kommt, nach welcher gefragt wird. Ein Exempel wird dies gleich deutlich machen. Wie viel Braunschweiger Pfund sind 100 Pfund Amsterdamer, wenn 55 Amsterdamer Pfund 56 Hamburger Pf. und 26 Hamb. Pf. 27 Braunschw. Pfund sind?

* Braunschw. Pf. — 100 Amst. Pf.
55 Amsterd. Pf. — 56 Hamb. Pf.
26 Hamb. Pf. — 27 Braunschw. Pf.

Man multiplicire die Zahlen rechter Hand in einander, und dividire das Product durch das Product der beiden Zahlen linker Hand, so hat man das Facit $105\frac{10}{11}\frac{5}{13}$ Pf. Auf diese Art verfährt man in jedem Falle, es mag die Reihe so lang seyn, wie sie wolle. Die Gattung rechter Hand macht wieder den Anfang linker Hand, bis daß man auf die Gattung kommt, in welcher das Facit gesucht wird.

Denn 1 Amst. Pf. $= \frac{56}{55}$ Hamb. Pf. $= \frac{56}{55}.\frac{27}{26}$ Braunschw. Pf., also 100 Amst. Pf. $= 100.\frac{56}{55}.\frac{27}{26}$ Braunschw. Pf. Die Zahlen linker Hand, oder die auf derselben Seite mit der gesuchten Größe befindlichen, kommen also in den Divisor, die rechter Hand in den Dividendus.

105. Zweytes Exempel. Es sollen 1000 Rubel von Petersburg nach Berlin durch Wechsel übermacht werden, wie viel beträgt diese Summe in Berlin in Ducaten? Der Petersburger Cours auf Amsterdam

dam sey 37 Stüver. Es machen 50 Stüver einen Courantthaler Holländisch. Der Cours von Holland nach Berlin sey 144; und ein Ducat gelte in Berlin 3 Rthlr. Courant. Nach der Kettenregel steht der Ansatz so:

*	Ducaten	—	1000 Rbl.
1	Rbl.	—	37 Stvr.
50	Stvr.	—	1 Cour. Thlr. Holl.
100	C. Thlr. H.	=	144 Thlr. Pr. Cour.
3	Thlr. Pr. C.	—	1 Duc.

$355\frac{1}{5}$ Duc. gleich 1000 Rubel.

106. Drittes Exempel. Die Mark (16 Loth) fein Silber gelte in Hamburger Banco 27 ℳ 12 ß, was gilt die Mark 13löthiges Silber in Hamburger Courant, wenn dieses $21\frac{1}{2}$ P. C. schlechter ist als Banco?

*	ℳ Hamb. Cour.	—	1 Mark 13löth. S.
16	Mark 13löth. Silb.	—	13 Mk. fein (16löth.)
1	Mark fein	—	27 ℳ 12 ß Bco.
100	ℳ Bco.	—	$121\frac{1}{2}$ ℳ Cour.

1 Mk. 13löth. Silb. ist werth 27 ℳ 6 ß 4 ₰ Hamb. C.

107. Wenn man nur einen Vergleichungssatz zwischen zwey Größen haben will, so fängt man mit der einen Gattung an, und endigt mit der andern, worauf man die Zahlen jeder Columne in einander multiplicirt, und in beiden gegen einander aufhebt, was sich aufheben läßt, wie in dem folgenden Exempel, worin eine Vergleichung des Goldes und Silbers nach dem Preußischen Münzfuße gemacht ist.

1 Mark

1 Mark Silber fein	—	21 Gulden
3 Gulden	—	2 Thlr. Cour.
$5\frac{1}{4}$ Thlr.	—	1 Friedr. d'or.
35 Fr. d'or	—	1 Mk. Gold zu $21\frac{2}{3}$ Kar.
24 Mark G. zu $21\frac{2}{3}$ Kar.	—	$21\frac{2}{3}$ Mark Gold fein. (zu 24 Kar.)

189 Mark Silber fein = 13 Mark Gold fein.

oder 1454 Mark Silb. fein = 100 Mark Gold fein. Wenn der Friedrichsd'or $5\frac{1}{2}$ Thaler gilt, so sind 1523 Mark Silber = 100 Mark Gold.

Die Gesellschafts- und Alligationsrechnung.

108. Eine Zahl in mehrere Theile in eben dem Verhältnisse zu theilen, in welchem eine andere gegebene eingetheilt ist, ist eine Aufgabe, welche von der Anwendung, die man im gemeinen Leben oft von ihr macht, die Gesellschaftsrechnung genannt wird.

Z. E. drey Kaufleute haben zusammengeschossen A, 1000 Rthlr.; B, 600 Rthlr.; C, 500 Rthlr. in Summa 2100 Rthlr. Sie haben damit 420 Rthlr. gewonnen. Dieser Gewinn muß nach dem Verhältnisse ihres Zuschusses unter sie getheilt werden. Man theile also das eingeschossene Capital, so wie eines jeden Zuschuß, in gleich große Theile, hier 21, jeden zu 100 Rthlr.; desgleichen den Gewinn in eben so viele Theile, so fällt auf jeden der gleichen Theile des Zuschusses ein Theil des Gewinnstes. Also bekommt A $\frac{10}{21}$, B $\frac{6}{21}$, C $\frac{5}{21}$ von 420 Rthlr., oder die drey Theile sind 200, 120, 100 Rthlr.

Oder: Wenn zu gutem Schießpulver auf 1 Pf. Salpeter, 6 Loth Kohlen und 4 Loth Schwefel gehören, wie viel gehören von jedem zu 1000 Pf.? — Jene Masse wiegt 42 Loth, theilt man also 1000 in

42 Theile, und nimmt davon 32 für den Salpeter, 6 für die Kohlen, 4 für den Schwefel, so hat man 76 $1\frac{1}{2}\frac{2}{7}$ Pf. Salpeter, 14 $2\frac{6}{7}$ Pf. Kohlen, 9 $5\frac{6}{2}\frac{6}{7}$ Pf. Schwefel. Kürzer theilt man mit 21, und nimmt nach der Ordnung 16, 3, 2 Theile.

109. In der **Alligationsrechnung** sucht man das Verhältniß der Theile einer aus mehrern Materien zu machenden Mischung, so daß die Mischung selbst einen bestimmten Werth bekomme.

Z. E. Es soll 14löthiges Silber mit 9löthigem vermischt werden, daß die Mischung 12löthig werde, wie viel muß man von jeder Sorte nehmen? Man sage, wie 12 — 9 zu 14 — 12 oder wie 3 : 2, so die Menge des 14löthigen zu der Menge des 9löthigen.

Oder: es will ein Weinhändler Wein zu 25 Rthlr. das Oxhoft mit Wein zu 32 Rthlr. vermischen, daß die Mischung 28 Rthlr. werth sey, wie viel muß er von jeder Sorte nehmen? Er sage: wie 28 — 25 zu 32 — 28 oder wie 3 zu 4, so die Menge des bessern Weines zu der Menge des schlechtern. Das ist, er muß $\frac{3}{7}$ Oxhoft von jenem, und $\frac{4}{7}$ Oxhoft von diesem zu 1 Oxhoft nehmen.

V. Arithmetische und geometrische Progression.

110. Eine **Progression** ist eine Reihe von Größen, die nach einem gemeinschaftlichen Gesetze aus einander entstehen. Es sind unzählig vielerley Progressionen möglich. In der **arithmetischen** hat jedes Glied zu dem vorhergehenden dasselbe arithmetische Verhältniß, in der **geometrischen** dasselbe geometrische Verhältniß. Z. E. arithmetische Reihe,

1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 ꝛc.

geo-

geometrische Reihe,

1, 3, 9, 27, 81, 243, 729, 2187 ꝛc.

Die Zahl, womit jedes Glied der geometrischen Reihe multiplicirt wird, um das folgende zu erhalten, heißt der **Exponent der Reihe.**

111. Die Reihe ist eine **steigende**, wenn die Glieder, so wie sie auf einander folgen, zunehmen; eine **fallende**, wenn sie abnehmen. Jede steigende ist eine fallende, oder diese jene, wenn man sie rückwärts liesset. — Jede Reihe besteht ihrer Natur nach aus unzählig vielen Gliedern, wovon man oft nur eine Anzahl herausnimmt. Wenn man die angeführte arithmetische rückwärts liesset, so kommt man nach der 1 auf *verneinte* Glieder, wie man es zu nennen pflegt, d. i. solche, die einen Defect anzeigen, z. E.

7, 5, 3, 1, — 1, — 3, — 5, — 7, — ꝛc.

Man kann sich die positiven Glieder als ein Steigen über einen gewissen Punct, die negativen als ein Fallen darunter vorstellen, oder jene als Vermögen, diese als Schuld. In der geometrischen fallenden Reihe kommt man auf Brüche, die immer kleiner, aber nie 0 werden.

27, 9, 3, 1, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{27}$, $\frac{1}{81}$ ꝛc.

112. In der arithmetischen Reihe, oder vielmehr in einem Stücke derselben, werden aus dem ersten Gliede, dem letzten Gliede, dem Unterschiede zweyer nächsten Glieder, der Anzahl, und der Summe aller, wenn drey bekannt sind, die übrigen bestimmt. In der geometrischen desgleichen, wenn man statt Unterschied Exponent setzt. Dadurch kann man über jede Reihe 20 Aufgaben machen.

113. Die Summe eines Stücks einer arithmetischen Reihe zu finden, schreibe man sie rückwärts unter sich selbst, z. E.

1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19.
19, 17, 15, 13, 11, 9, 7, 5, 3, 1.

Die Summe je zweyer über einander stehenden Glieder ist dieselbe, nämlich 20. Multiplicirt man diese mit der Anzahl der Glieder, 10, und dividirt das Product durch 2, so hat man die verlangte Summe, 100. In jedem Falle ist die Hälfte des Products aus der Summe des ersten und letzten Gliedes in die Anzahl der Glieder die Summe der Reihe. Als: die Summe aller ganzen Zahlen von 1 bis 1000 ist 500500. Die Summe aller ungeraden von 1 bis 999, welche das 500ste Glied der Reihe sind, ist 250000. Die Summe aller geraden von 2 bis 1000, ist 250500.

114. Die Summe einer geometrischen Reihe, in welcher man das erste Glied, das letzte und den Exponenten weiß, zu finden, multiplicire man das letzte Glied mit dem Exponenten, ziehe von dem Producte das erste Glied ab, oder wenn es eine fallende Reihe ist, das gedachte Product von dem ersten Gliede, und dividire den Unterschied durch den um 1 verminderten Exponenten, oder in dem andern Falle durch Eins vermindert um den Exponenten.

Der Beweis dieser Regel wird aus dem Verfahren für einen einzelnen Fall erhellen.

Es sey

$2 + 6 + 18 + 54 + 162 + 486 + 1458 = S,$

wo S die noch unbekannte Summe vorläufig bezeichnet. Also ist, wenn man mit dem Exponenten multiplicirt,

$6 + 18 + 54 + 162 + 486 + 1458 + 4374 = 3S.$

Man

Man ziehe gleiches von gleichem ab, so ist

$$4374 - 2 = 3\,S - S$$

$$\text{und } \frac{3 \cdot 1458 - 2}{3 - 1} = S, \text{ oder } 2186 = S.$$

In praktischen Rechnungen wird oft eine arithmetische und geometrische zu summiren aufgegeben.

115. In einer arithmetischen Reihe haben je zwey Glieder, die gleich weit von einander abstehen, einerley arithmetisches Verhältniß. Denn sie sind alsdann um gleiche Vielfache des Unterschiedes zweyer nächsten Glieder unterschieden. Z. E. in der obigen Reihe (110.) die Glieder 7 und 15; 11 und 19.

Umgekehrt: wenn zwey Glieder denselben Unterschied haben, wie zwey andere Glieder, so stehen jene so weit von einander als diese.

116. In einer geometrischen Reihe haben je zwey Glieder, die gleich weit von einander abstehen, einerley geometrisches Verhältniß. Der Exponent ist nämlich dieselbe Potenz des Exponenten der Reihe. Z. E. in der obigen Reihe 9 und 243; 81 und 2187. Umgekehrt gilt der Satz auch.

117. Wenn man also eine arithmetische und eine geometrische Reihe zusammenstellt, so daß die Glieder, welche einerley Stelle in jeder haben, als zusammengehörige betrachtet werden, so sind die Glieder der geometrischen Reihe geometrisch proportional, wenn die zu ihnen gehörigen Glieder der arithmetischen Reihe arithmetisch proportional sind; so wie umgekehrt die in der arithmetischen Reihe arithmetisch proportional sind, wenn die zu ihnen gehörigen aus der geometrischen Reihe geometrisch proportional sind.

Dies wird uns den Weg zu der ziemlich schweren Theorie der Logarithmen bahnen.

VI. Die Logarithmen.

118. Man nehme die arithmetische Reihe,

0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, ꝛc.

und verbinde damit eine beliebige geometrische Reihe, als

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, ꝛc.

so giebt jede Zahl der arithmetischen Reihe die Potenz an, auf welche der Exponent der Reihe erhoben werden muß, um den Exponenten des Verhältnisses zwischen 1 und dem zu jener Zahl gehörigen Gliede in der geometrischen Reihe zu haben. Z. E. 4 zeigt an, daß das Verhältniß 1 : 16 die vierte Potenz des Exponenten 2 zum Exponenten hat.

Auch zeigt der Unterschied zweyer Zahlen der arithmetischen Reihe die Potenz des Exponenten der geometrischen Reihe an, welche der Exponent des Verhältnisses der zu jenen Zahlen gehörigen Glieder in der geometrischen Reihe ist; z. E. 4 als der Unterschied der Zahlen 3 und 7 zeigt an, daß das Verhältniß 8 : 128 zum Exponenten die vierte Potenz von 2 hat, oder einerley mit dem 1 : 16 ist.

119. Die Zahlen der arithmetischen Reihe heißen die Logarithmen der zu ihnen gehörigen Glieder der geometrischen Reihe, auf deutsch Verhältnißzähler. Als Maaß der Verhältnisse dient das Verhältniß von Eins zu derjenigen Zahl, deren Logarithme 1 ist, hier das Verhältniß 1 : 2.

120. Die Logarithmen sind also arithmetisch proportional, wenn die zu ihnen gehörigen Zahlen geometrisch proportional sind (117.). Z. E. 4 : 64 = 16 : 256, und daher 2 — 6 = 4 — 8.

121.

121. In der arithmetiſchen Proportion iſt das vierte Glied die um das erſte Glied verminderte Summe der beiden mittlern (75.). Man findet alſo den Logarithmen des vierten Gliedes einer geometriſchen Proportion, wenn man die Logarithmen des zweyten und dritten addirt, und davon den Logarithmen des erſten Gliedes abzieht. Sucht man den gefundenen Logarithmen in der arithmetiſchen Reihe auf, ſo hat man daneben in der geometriſchen Reihe das vierte Glied der geometriſchen Proportion. Daraus erhellt, wie die Logarithmen das Multiplicieren in ein Addiren, und das Dividiren in ein Subtrahiren verwandeln.

122. Ein Product kann man als die vierte Proportionalzahl zu 1 und den beiden Factoren anſehen; alſo iſt der Logarithme eines Productes die Summe der Logarithmen der Factoren. Denn der Logarithme von 1 wird allemahl 0 geſetzt. Beſteht ein Product aus mehr Factoren, ſo iſt der Logarithme des Products die Summe der Logarithmen aller Factoren.

123. Einen Quotienten kann man als die vierte Proportionalzahl zu dem Diviſor, dem Dividendus und der Einheit anſehen; alſo iſt der Logarithme eines Quotienten der Unterſchied der Logarithmen des Diviſors und des Dividendus. Man nehme zuerſt noch den letztern als den größern an.

Hieraus erhellt, warum 1 zum Logarithmen 0 hat. Die Einheit verändert ein Product und einen Quotienten nicht; die 0 auch nicht die Summe und den Unterſchied der Logarithmen.

124. Die Logarithmen würden noch keinen Nuzzen haben, wenn man die Reihen ſo, wie ſie (118.) befindlich ſind, laſſen wollte. Es würden gar zu viele Zahlen fehlen. Aber man gedenke ſich in beiden Reihen zwiſchen je zwey Gliedern eine mittlere Proportionalzahl (77. und 83.), ſo hat man eine aus den Haupt-

reihen durchs Einschalten (Interpoliren) entstandene neue, sowohl arithmetische als geometrische Reihe. In jener ist der Unterschied halb so groß als in der ursprünglichen. In dieser ist der Exponent die Quadratwurzel aus dem Exponenten der Hauptreihe. Hierauf schalte man wieder zwischen je zwey Gliedern die mittlern proportionalen ein, und so immer weiter, bis daß man alle ganze Zahlen von 1 bis 10000, oder noch weiter, bis zu einem gewissen Grade der Genauigkeit, in der geometrischen Reihe bekommt. Zieht man aus den berechneten Gliedern der geometrischen Reihe die ganzen und beynahe ganzen Zahlen heraus, und verzeichnet neben ihnen ihre Logarithmen, so hat man einen logarithmischen Canon, der in vielen Fällen zur Abkürzung der Rechnungen vortreffliche Dienste thut. Was von der Hauptreihe erwiesen ist (121. bis 123.), gilt auch von der interpolirten.

125. Die Verbindung einer geometrischen und arithmetischen Reihe, in welcher man aber zwischen je zwey Gliedern eine unbestimmt große Anzahl Mittelglieder gedenken muß, heißt ein logarithmisches System. Allemahl fängt die geometrische Reihe mit 1 und die arithmetische mit 0 an (122.). Das zweyte Glied der geometrischen Hauptreihe bekommt zum Logarithmen 1. Da dieses Glied willkürlich ist, so kann man unzählig viele logarithmische Systeme bilden. Unter allen diesen ist zum praktischen Gebrauche am bequemsten folgendes:

0, 1, 2, 3, 4, 5 ꝛc.

1, 10, 100, 1000, 10000, 100000 ꝛc.

Es heißt das Briggische oder gemeine logarithmische System.

Man hat mit unsäglicher Mühe so viele Glieder in beiden eingeschaltet, daß die Logarithmen der ganzen Zahlen bis auf die zehnte Decimalstelle gefunden sind, wie-

wiewohl sie in den gewöhnlichen Tafeln nur bis auf die 7te Decimalstelle angegeben werden, welches in den meisten Fällen eine überflüssige Genauigkeit gewährt. Die neuere Mathematik lehrt viel leichtere Methoden der Berechnung.

Zum Beyspiel des Einschaltens dient folgende Tafel.

Zahl	Logarithme	Zahl	Logarithme	Zahl	Logarithme
1000,0	3,000	2371,3	3,375	5623,3	3,750
1333,5	3,125	3162,2	3,500	7498,8	3,875
1778,3	3,250	4216,9	3,625	10000,0	4,000

Die Zahlen der interpolirten geometrischen Reihe sind nur bis auf die Zehntheilchen berechnet; die Logarithmen sind völlig richtig. Fährt man mit dem Interpoliren fort, wozu man aber die angegebenen Glieder viel genauer berechnen muß, so erhält man endlich Zahlen, die von den ganzen wenig verschieden sind, und deswegen für die ganzen selbst genommen werden.

So ist z. E. berechnet von der

Zahl	Logarithme	Zahl	Logarithme
1333	3,1248301	3162	3,4999619
1778	3,2499318	4217	3,6250036
2371	3,3749316	5623	3,7499681

126. Die ganze Zahl oder o in jedem Logarithmen heißt die Charakteristik oder Kennziffer. Sie giebt an, zwischen welche Glieder der Hauptreihe die Zahl zu dem Logarithmen fällt, und ist immer so groß als die Anzahl der Ziffern vor den Einern. Die Decimalbrüche führen den Namen Mantisse oder Zugabe. Sie zeigen an, das wie vielste Glied in der interpolirten Reihe die Zahl nach dem nächsten Gliede der Hauptreihe ist. Z. E. wenn man zwischen 1000

und 10000 einschiebt 999 Glieder, so ist 4217 das 625ste unter denselben beynahe. Genauer aber ist diese Zahl, wenn man von 1000 bis mit 10000 folgen läßt 10000000 Glieder, das 6250036ste Glied unter denselben.

127. Aus den gemeinen Tafeln, die bis 10000 gehen, findet man auch die Logarithmen der ganzen Zahlen mit anhängenden Decimaltheilen, wenn in allem nicht mehr als 4 Ziffern da sind. Z. E.

log. 1333 = 3,1248301
log. 133,3 = 2,1248301
log. 13,33 = 1,1248301
log. 1,333 = 0,1248301

Dieses gründet sich darauf, daß log. 10 = 1; log. 100 = 2; log. 1000 = 3 ist, also bey der Division der Zahl durch 10; 100; 1000 der Logarithme um 1; 2; 3 vermindert wird.

128. Den Logarithmen einer Zahl wie 7298,4 findet man meistens ziemlich genau durch Proportionaltheile: Wie 1 zu $\frac{4}{10}$, oder wie 10 zu 4, so der Unterschied der beiden nächsten Logarithmen, nämlich 595 Zehnmilliontheilchen, zu dem Unterschiede des gesuchten Logarithmen von dem nächst vorhergehenden, das ist, zu 238. Addirt man diese zu demselben, so erhält man log. 7298,4 = 3,8632277. Daraus wird log. 72984 = 4,8632277; oder log. 729,84 = 2,8632277.

129. Sucht man zu einem Logarithmen die Zahl, und findet ihn nicht genau in den Tafeln, so nimmt man entweder den nächsten Logarithmen, und die dazu gehörige Zahl, oder man sucht diese Zahl durch Proportionaltheile genauer. Z. E. Man habe den Logarithmen 3,8632277, so ist der nächste 3,8632039, und

und die dazu gehörige Zahl 7298. Genauer ist sie, nach der in (128.) angegebenen Proportion 7298,4.

130. Hat der Logarithme zur Kennziffer eine kleinere Zahl als 3, so sucht man ihn doch mit der Kennziffer 3 auf, und schneidet von der Zahl so viele Ziffern ab, als der Kennziffer Einer zur 3 fehlen. Z. E. Es ist gegeben der Logarithme 1,1248301. Man giebt ihm die Kennziffer 3, so findet man neben ihm die Zahl 1333. Von dieser schneidet man zwey Ziffern ab, und die gesuchte Zahl ist 13,33.

131. Die Logarithmen der eigentlichen Brüche kommen in der rückwärts fortgesetzten arithmetischen Reihe vor, und sind darum negativ (111.). Nämlich mit einem eigentlichen Bruche als $\frac{3}{4}$ multipliciren, ist so viel als mit $\frac{4}{3}$ dividiren. Nun ist log. $\frac{4}{3}$ = log. 4 — log. 3 (123.). Also muß man, wenn mit $\frac{3}{4}$ multiplicirt werden soll, den Unterschied der Logarithmen des Zählers und Renners subtrahiren. Desgleichen, wenn mit einem eigentlichen Bruche, wie $\frac{3}{4}$, dividirt wird, da dieses so viel ist, als mit $\frac{4}{3}$ multipliciren, muß man den Unterschied der Logarithmen des Zählers und Renners addiren. Da man nun sonst den Logarithmen des Multiplicators addirt, und denjenigen des Divisors subtrahirt, hier aber das Gegentheil mit jenem Unterschiede thut, so werden deswegen die Logarithmen der eigentlichen Brüche als negativ, oder als das Entgegengesetzte von den Logarithmen der umgekehrten, uneigentlichen Brüche angesehen.

132. So wie man bey der Division einer kleinern Zahl durch eine größere jener eine oder mehrere Nullen anhängt, und den Quotienten in Decimaltheilen sucht, so ist es auch hier am bequemsten, zu dem Logarithmen des Dividendus einige Einer zu addiren, den Logarithmen des Divisors abzuziehen, und hinter dem

dem Reste die addirten Einer, als den Logarithmen des neuen Decimalnenners, mit dem Zeichen — zu bemerken. Z. E.

l. 3 = 0,4771212 + 4 — 4
abgez. l. 4 = 0,6020600
l. $\frac{3}{4}$ = 3,8750612 — 4

Dieser Logarithme gehört, ohne die angehängten 4, zu 7500, welche Zahl mit 10000, als wovon der Logarithme = 4 ist, dividirt, $\frac{3}{4}$ giebt.

Auf diese Art wird jeder Bruch als ein Decimalbruch angesehen, dessen Logarithme aus zwey Theilen besteht, so wie der Bruch selbst eine Verbindung zweyer Zahlen ist. Der erste Theil ist der Logarithme des Zählers; der zweyte, mit dem Zeichen (—) hinten angefügte, ist der Logarithme des Decimalnenners.

133. So verfährt man auch, wenn der größere Logarithme von dem kleinern in logarithmischen Rechnungen zu subtrahiren ist.

134. Gewöhnlich wird zu dem Logarithmen des Dividendus, wenn er kleiner als der Divisor ist, die bestimmte Zahl 10 addirt. Z. B.

log. 5667 = 3,7533532
log. 0,5667 = 9,7533532 — 10
log. 0,05667 = 8,7533532 — 10
u. s. w.

Die Mantissa sucht man, wenn zu einem Logarithmen, dem 10 geliehen sind, die Zahl gesucht wird, mit der Kennziffer 3 in den gemeinen Tafeln auf, und schneidet für die Charakteristik 9 von der Zahl vier Decimalstellen ab, für die Charakteristik 8 fünf, u. s. w. Oder, die Zahl der Stelle der ersten bedeutenden Ziffer nach der Stelle der Einer ist der Unterschied der Kennziffer von 10.

Gebrauch der Logarithmen.

135. Man soll zu 9443, 3763, 3857, die vierte Proportionalzahl finden.

log. 3763 = 3,5755342
log. 3857 = 3,5862496
7,1617838
log. 9443 = 3,9751100
3,1866738
Gesuchte Zahl, 1537.

136. Der Logarithme eines Quadrats ist das Doppelte des Logarithmen der Wurzel, weil das Quadrat ein Product aus zwey gleichen Factoren ist. Umgekehrt ist also der Logarithme der Wurzel die Hälfte des Logarithmen des Quadrats.

Ex. Aus 7301 mittelst der Logarithmen die Quadratwurzel zu finden.

log. 7301 = 3,8633823
Hälfte = 1,9316911
Gesuchte Wurzel = 85,4459 +

Das Zeichen + bedeutet, daß die gefundene Zahl etwas, doch unter $\frac{1}{10000}$, zu klein ist.

Aus 0,7301 die Quadratwurzel zu ziehen.

Es ist log. 0,7301 = 3,8633823 — 4
oder log. 0,7301 = 19,8633823 — 20
Hälfte = 9,9316911 — 10
oder 5,9316911 — 6
Gesuchte Wurzel = 0,854459 +

Das Quadrat wird zu einem Decimalbruche gemacht, dessen Nenner 100 Trillionen ist, damit bey der Ausziehung der Wurzel der Nenner 10000 Millionen enthalte (64.), und der Logarithme der Wurzel nach (134.) ausgedruckt werde.

137.

137. Auf eine ähnliche Art ist der Logarithme der Cubikwurzel ein Drittel des Logarithmen des Cubus.

Ex. Aus 7301 die Cubikwurzel zu ziehen.

log. 7301 = 3,8633823
Drittel = 1,2877941
gesuchte Wurzel = 19,3997 —

Aus 0,7301 die Cubikwurzel zu ziehen.

log. 0,7301 = 29,8633823 — 30
Drittel = 9,9544607 — 10
gesuchte Wurzel = 0,900452

138. Die zwölfte Wurzel aus 2 zu finden.

log. 2 = 0,3010300
Zwölftel = 0,0250858
Zahl = 1,0594 +

139. Wenn von einem Capital die jährlichen Interessen allemahl wieder zum Capital geschlagen werden, zu finden, wie hoch dieses nach einer beliebigen Anzahl Jahre anwachse.

Das Capital sey 10000 Rthlr., der Zins 5 von Hundert, so wird das Capital jedes Jahrs mit $\frac{105}{100}$ oder $\frac{21}{20}$ multiplicirt, um das Capital in dem folgenden Jahre zu haben. Die Capitalien machen daher, nach der Folge der Jahre, eine geometrische Reihe aus, deren Exponent $\frac{105}{100}$ ist, oder sie sind das anfängliche Capital, nach der Reihe, in die Potenzen von $\frac{105}{100}$ multiplicirt. Hier folgen die Logarithmen dieser Potenzen und sie selbst:

Logarithmen der Potenzen			Potenzen
log. 1,05	=	0,0211893	1,0500
zweyfach		0,0423786	1,1025
dreyfach		0,0635679	1,1576
vierfach		0,0847572	1,2155
fünffach		0,1059465	1,2763
sechsfach		0,1271358	1,3401
		= = = = = = =	= = = =
20fach		0,4237860	2,6533
30fach		0,6356790	4,3219
40fach		0,8475720	7,0400

Mit diesen Zahlen multiplicire man das Capital 10000, so bekommt man dessen Werth nach Ablauf jedes Jahrs, wie folget:

1	10500	4	12153	20	26533		
2	11025	5	12763	30	43219		
3	11576	6	13401	40	70400		

140. Man will wissen, nach wie viel Jahren sich das Capital verdoppelt hat. Antw. Man dividire den Logarithmen von 2 durch den Logar. von 1,05. Der Quotient fällt zwischen 14 und 15, also ist das Capital nach 15 Jahren schon über das doppelte angewachsen. Das doppelte fällt zwischen das 14te und 15te Glied nach dem ersten, nämlich 10000. Bey 4 Procent wird das Capital erst mit dem 18ten Jahre verdoppelt.

Oder, wenn ist das Capital dreymahl so groß als das anfängliche? Man dividire den Logarithmen von 3 mit log. 1,05. Der Quotient fällt zwischen 22 und 23. Also ist das Capital nach 23 Jahren schon mehr denn dreymahl so groß als anfangs. Bey 4 P. C. nach 29 Jahren.

141.

141. Ein gewisses Capital (10000 Rthlr.) soll nach einer gewissen Anzahl Jahre (6 J.) bezahlt werden, ohne inzwischen Zinse zu tragen. Wie viel ist es gegenwärtig baar werth, die Interesse zu 5 von 100 gerechnet?

Ein gegenwärtiges Capital von 10000 Rthlr. erwächst nach 6 Jahren zu 13401 Rthlr. Also sind 13401 Rthlr. die nach 6 Jahren, ohne Interesse, fällig sind, gegenwärtig 10000 Rthlr. werth; darum sage man, wie 13401 zu 10000, oder wie 1,3401 zu 1, so 10000 Rthlr. zu dem gesuchten gegenwärtigen Werthe. Man subtrahirt demnach den log. 1,3401 (oder den sechsfachen log. 1,05) von log. 10000.

log. 10000 = 4,0000000
l. 1,3401 = 0,1271358

3,8728642

Gegenwärtiger Werth = 7462 Rthlr.

Überhaupt multiplicirt man den Log. 1,05 mit der Anzahl der Jahre, und subtrahirt ihn alsdann von dem Log. des Capitals, so hat man den Logarithmen des gegenwärtigen baaren Werths. Hier ist eine Tafel der gegenwärtigen Werthe eines Capitals von 10000 Rthlr. nach der Anzahl Jahre, in welchen es fällig ist. Sie machen eine geometrische Reihe aus, wo der Exponent $\frac{100}{105}$ ist.

1	9524	4	8227	20	3769
2	9070	5	7835	30	2314
3	8638	6	7462	40	1420

142. Eine Wittwe bekommt alle Jahre aus einer Wittwencasse 100 Rthlr. ausgezahlt; wie viel sind 15 dieser künftigen Pensionen gegenwärtig baar werth, den Zinsfuß zu 5 P. C. gesetzt? Man muß hier von der geometrischen Reihe in (141.), nachdem sie mit

100

100 dividirt iſt, die erſten 15 Glieder ſummiren. Das 15te Glied iſt 48,10. Das 16te iſt 45,81. Dies ſubtrahire man nach (114.) von dem erſten 95,24, und dividire den Reſt durch den Unterſchied zwiſchen 1 und dem Exponenten $\frac{100}{105}$, das iſt, durch $\frac{1}{21}$, oder multiplicire jenen Reſt mit 21. So erhält man 1038 Rthlr. für den baaren Werth aller 15 Penſionen. Bey 4 P. C. iſt der baare Werth 1112 Rthlr.; bey 3 P. C. 1194 Rthlr.

143. Ein Ehepaar zahlt 20 Jahr an eine Wittwencaſſe jährlich 25 Rthlr., wie viel ſind dieſe Beyträge zuſammen am Ende der 20 Jahre werth, die Intereſſe zu 5 von Hundert gerechnet?

Aufl. Die Zahlung geſchehe jedesmahl mit dem Anfange eines Jahrs. Die künftigen Werthe jedes Beytrages auf den angenommenen Zeitpunct machen eine geometriſche Reihe aus, und zwar die in (139.), wenn man die Beyträge rückwärts vom 20ſten Jahre bis zum erſten nimmt, und die Glieder der dortigen Reihe durch 400 dividirt, weil 25 der ſo vielte Theil von 10000 iſt. Es ſind dieſe künftigen Werthe alſo: 26,250; 27,562; 28,940 .... 66,332. Das letzte iſt das 20ſte Glied, oder der künftige Werth des erſten Beytrages. Das 21ſte Glied iſt 69,649. Der Unterſchied dieſes und des erſten Gliedes, nämlich 43,399, dividirt durch den Unterſchied des Exponenten der Reihe und Eins, das iſt durch $\frac{1}{20}$, giebt 868 Rthlr. als den künftigen Werth aller Beyträge. Bey 4 Pr. C. nur 774 Rthlr.; bey 3 P. C. 692 Rthlr.

Würden von je 7 Ehen in dem 20ſten Jahre 4 durch den Tod des Mannes und 3 durch den Tod der Frau getrennt, ſo wäre der geſammelte Vorrath der

Casse von je 7 Ehen 6076 Rthlr., wovon für jede Wittwe 1519 Rthlr. zum Fonds kämen, woraus sie demnach auf 15 Jahre eine Pension von 146 Rthlr. 8 Gr. erhalten könnte, da von 1038 Rthlr. auf eben so viele Jahre 100 Rthlr. gezahlt werden können. Bey 4 P. C. ist der Fonds für jede Wittwe auf 15 Jahre 1355 Rthlr. und die Pension 122 Rthlr. Bey 3 P. C. ist die Pension 101 Rthlr.

144. Die Barometerhöhen nehmen in geometrischer Progression ab, wenn die Höhen von der Fläche der Erde an arithmetisch zunehmen, so fern man auf die Ungleichheit der Temperatur der Luft und einige andere Umstände nicht sieht. Weiß man nun, wie hoch man steigen müsse, damit das Barometer um eine Linie oder einen Zoll falle, so kann man daraus für jede Barometerhöhe die Höhe des Standortes berechnen. Z. E. An der Oberfläche des Meers stehe das Quecksilber 28 Zoll oder 336 Linien hoch; in einer Höhe von 78 Fuß über dem Meere stehe es 335 Linien hoch, so machen die Barometerhöhen, für jede Zunahme von 78 Fuß Höhe des Standorts, eine geometrische Progression aus, deren Exponent $\frac{335}{336}$ ist.

Wie hoch steht daher das Barometer in der Höhe von 7800 Fuß über der Meeresfläche? Da $7800 = 78 \cdot 100$, so ist die dazu gehörige Barometerhöhe das 100ste Glied in der geometrischen Reihe nach 336 Linien. Also muß man das erste Glied der Progression, 336, mit der 100sten Potenz von $\frac{335}{336}$ multipliciren, oder mit derselben Potenz von $\frac{336}{335}$ dividiren, um die Zahl der Linien der Barometerhöhe zu erhalten. Die logarithmische Rechnung bewerkstelligt dieses leicht.

log.

log. 336 = 2,5263393
l. 335 = 2,5250448

Unterſch. = 0,0012945 hundertſte Potenz von
hundertſ. = 0,1294500 $\frac{336}{335}$ = 1,3473..
l. 336 = 2,5263393

Unterſch. = 2,3968893
Geſuchte Zahl = 249, 4 Lin. = 20 Zoll $9\frac{4}{10}$ Lin.

Umgekehrt erhält man aus der Barometerhöhe die Höhe des Standortes. Von dem Logarithmen der Zahl 336 ziehe man den Logarithmen der Linien in der Barometerhöhe ab, den Unterſchied dividire man durch 0,0012945, und mit dem Quotienten multiplicire man die Höhe 78, ſo giebt das Product die Höhe des Standortes über der Meeresfläche, nach den gemachten Annahmen.

145. In der theoretiſchen Muſik werden die Töne durch Zahlen ausgedruckt, welche ſich umgekehrt wie die Längen gleich dicker uud gleich ſtark geſpannter Saiten, oder directe wie die Geſchwindigkeiten der Schwingungen verhalten. Der Grundton heißt 1, die Oberoctave 2, zwiſchen welche 11 Töne fallen. Sollen die Intervalle der Töne gleich ſeyn, ſo muß man zwiſchen 1 und 2 eilf Zahlen in geometriſcher Progreſſion einſchieben. Die erſte derſelben iſt die 12te Wurzel aus 2, die zweyte das Quadrat dieſes erſten Gliedes, die dritte der Cubus, die 12te iſt die 12te Potenz oder 2, die Oberoctave. Die 12te Wurzel aus 2 iſt ſchon in (138.) gefunden, nämlich 1,059 +. Die übrigen findet man, wenn man den 12ten Theil des log. 2 nach der Reihe mit 2, 3, 4, u. ſ. w. multiplicirt. Die Reihe ſelbſt, und die dazu gehörigen Töne, ſind in folgender Tafel verzeichnet.

C	1,000	E	1,260	Gis	1,587
Cis	1,059	F	1,335	A	1,682
D	1,122	Fis	1,414	B	1,782
Dis	1,189	G	1,498	H	1,888
				C	2,000

Alle hier eingeschobenen Zahlen sind irrationale, deren Werthe nur bis in den Tausendtheilchen richtig angegeben sind. Man nimmt aber anstatt dieser Werthe andere nahe kommende, deren Verhältniß zur Einheit sich in kleinen Zahlen ausdrucken läßt, weil dieses Wohlklang verursacht.

Zweyter Abschnitt.

Die Elementar-Geometrie.

I. Erklärungen.

1. Ein geometrischer Körper ist der physikalische, bloß in Absicht auf Größe und Form betrachtet. (Einleit. 3.). — Er muß als ein ununterbrochen volles, oder stetiges Ganze gedacht werden. In dem physikalischen Körper kann man sich leere Zwischenräume vorstellen, weil hier das Wirkliche dem Mangel des Wirklichen entgegengesetzt werden kann. Der geometrische Körper enthält aber gar nichts wirkliches, also auch keine leere Zwischenräume.

2. Eine Fläche ist eine Ausdehnung, wie diejenige, die als Begränzung eines Körpers gedacht wird, ohne ein Theil desselben zu seyn.

3. Eine Linie ist eine Ausdehnung, wie diejenige, die als Begränzung einer Fläche gedacht wird, ohne einen Theil davon auszumachen.

4. Ein

4. Ein **Punct** ist, was als Begränzung einer Linie gedacht wird, ohne als Theil zu ihr zu gehören. Obgleich ein Punct nichts ausgedehntes ist, so gedenkt man doch denselben oft für sich schlechtweg, um dadurch die Lage von Linien, Flächen und Körpern, zu bestimmen.

5. Die **gerade Linie** ist diejenige, welche man sich zwischen zwey Puncten nur auf eine einzige Art gedenken kann, wie AB (Fig. 1.) zwischen den Puncten A, B; die **krumme** ist eine Linie, welche sich ohne Veränderung ihrer Gestalt, auf unzählig viele Arten, durch die Umdrehung um die gerade Linie AB, zwischen zwey Puncten legen läßt, wie ACB, ADB.

Die gerade Linie ist die einfachste unter allen, weil sie ihrer ganzen Ausdehnung nach durch zwey Puncte bestimmt wird. Ihre Theile haben allenthalben einerley Lage gegen einander, selbst die abgesonderten, so fern man auf ihren Zwischenraum nicht sieht.

6. Eine **ebene Fläche** oder **Ebene** ist diejenige, auf welcher zwischen irgend zwey Puncten eine gerade Linie, die ganz in die Fläche fällt, gezogen werden kann. Eine **krumme Fläche** ist diejenige, von welcher kein Theil eben ist. Die Flächen, wovon ein Theil eben, ein Theil krumm ist, sind nicht Eine Fläche, sondern mehrere.

Die krummen Flächen laufen entweder ganz in sich herum, und haben keine Gränze, ob sie gleich eine bestimmte Größe haben, z. E. die Kugelfläche, oder sie sind durch gewisse Linien begränzt, als eine Halbkugel, die Abschnitte einer Walze, oder eines Kegels.

7. Zwey gerade Linien schneiden sich entweder einander, oder treffen sich gar nicht, so weit sie auch verlängert werden. Wenn sie sich schneiden, so geschieht es in einem einzigen Puncte, weil zwey gerade Linien nicht mehrere Puncte gemein haben können, ohne in eins zu fallen (5.). Wenn sie sich nicht schneiden, so liegen sie entweder in zwey verschiedenen Ebenen, ein Fall, den wir ganz bey Seite setzen, oder sie liegen in derselben Ebene. In diesem Falle heißen sie **parallele**, oder **gleichlaufende Linien**, wie AB und CD (Fig. 2.).

8. Die Lage zweyer geraden sich schneidenden Linien ist der **Winkel** derselben. Man erklärt den Winkel auch durch die Neigung zweyer geraden Linien gegen einander.

9. Die Linien, welche einen Winkel einschließen, heißen seine Schenkel, wie AB, AC (Fig. 3.), und der Durchschnittspunct A heißt der **Scheitel**. Man benennt einen Winkel durch die Buchstaben an seinen Schenkeln, wie BAC; den Buchstaben am Scheitel in der Mitte; oder deutet ihn auch durch einen eingeschriebenen kleinen Buchstaben an. Ein Winkel wird durch ∠ bezeichnet.

10. **Nebenwinkel** sind BAC, BAD (Fig. 3.), mit einem gemeinschaftlichen Schenkel AB, und den beiden andern AC, AD, in einer geraden Linie, nach entgegengesetzter Richtung.

11. **Verticalwinkel** oder Scheitelwinkel sind BAC, EAD (Fig. 3.), deren Schenkel die rückwärts verlängerten Schenkel des andern sind.

12. Wenn die Nebenwinkel einander gleich sind, so sind sie **rechte Winkel**, wie BAC, BAD (Fig. 4.), und BA heißt eine auf DC **senkrechte, lothrechte, per-**

perpendiculare Linie. Sind die Nebenwinkel ungleich, so heißt der kleinere x (Fig. 3.) ein spitziger, der größere y ein stumpfer Winkel, beide schiefe Winkel. Ein rechter Winkel wird durch R bezeichnet.

13. Eine mit Linien begränzte Fläche heißt eine Figur. Ebene Figuren sind entweder geradlinichte, oder krummlinichte oder gemischte, d. i. von geraden und krummen Linien eingeschlossene.

14. Die geradlinichten Figuren werden nach der Anzahl der Seiten in Dreyecke, Vierecke, Fünfecke .... Vielecke eingetheilt.

15. Ein Dreyeck, dessen Seiten alle drey gleich sind, ist ein gleichseitiges Dreyeck; ein Dreyeck mit zwey gleichen Seiten ist ein gleichschenklichtes. Die dritte Seite desselben heißt die Grundlinie. Wenn keine Seite einer der andern gleich ist, so ist das Dreyeck ungleichseitig.

Rechtwinklicht heißt ein Dreyeck, worin ein Winkel ein rechter ist; stumpfwinklicht, worin ein Winkel stumpf ist; spitzwinklicht, worin alle Winkel spitzig sind. In dem rechtwinklichten Dreyecke heißt die dem rechten Winkel gegen über stehende Seite die Hypotenuse, die anliegenden Seiten die Katheten.

16. Eine viereckige Figur, worin die gegen über liegenden Seiten parallel sind, heißt ein Parallelogramm. Sind alle Winkel einer viereckigen Figur rechte Winkel, so ist sie ein Rechteck (Rectangel), und wenn außer den vier rechten Winkeln alle vier Seiten gleich sind, ein Quadrat. Sind die Seiten gleich, aber die Winkel schief, so ist die Figur eine Raute oder Rhombus. Jedes andere Viereck heißt ein Trapezium.

17. Ein ordentliches (reguläres) Vieleck hat lauter gleiche Seiten und Winkel.

18. Ein Kreis ist eine Figur, deren Puncte im Umfange von einem Puncte innerhalb gleichen Abstand haben. Sie wird von dem Endpuncte A einer geraden Linie CA (Fig. 5.), beschrieben, die sich, in derselben Ebene, um den festen Punct C bewegt, bis sie wieder in dieselbe Lage kömmt.

Der Punct C heißt der Mittelpunct; die Linie CA heißt der Halbmesser oder Radius des Kreises; das Doppelte desselben AB der Durchmesser; des Punctes A Weg ist der Umfang oder die Peripherie. Eine gerade Linie von einem Puncte der Peripherie F bis zu einem andern G, die nicht durch den Mittelpunct geht, heißt eine Sehne oder Chorde. Das Stück FDG oder FEG der Kreisfläche heißt ein Abschnitt oder Segment; das Stück ACE zwischen zwey Halbmessern und ihrem Bogen heißt ein Ausschnitt oder Sector.

19. Man muß sich zwischen zwey Puncten eine gerade Linie vorstellen können; man muß sie in Gedanken auf beiden Seiten verlängern können; man muß die Entstehungsart des Kreises begreifen können. Sonst kann man von der Geometrie nichts begreifen.

20. Eine gerade Linie muß man sich immer als ins Unendliche ausgedehnt nach beiden Enden gedenken. — Alle gezeichnete geometrische Figuren sind nur Bilder von den immateriellen Figuren, die man sich mittelst des Verstandes zeichnen muß. Wir können keine Puncte und Linien zeichnen, keine vollkommen ebene Fläche darstellen.

21. Außer den allgemeinen mathematischen Grundsätzen, als: zwey Größen, die einer dritten gleich

gleich sind, sind sich selbst gleich; gleiches zu gleichem addirt, giebt gleiches, u. dgl.; hat die Geometrie noch einige Grundsätze eigenthümlich, als: durch zwey Puncte geht nur eine gerade Linie; zwey gerade Linien schließen keinen Raum ein, und können sich in nicht mehr als Einem Puncte schneiden; alle rechte Winkel sind gleich; alle Halbmesser eines Kreises sind gleich. Diese Grundsätze sind unmittelbare Folgen der Begriffe von einer geraden Linie, vom rechten Winkel, und vom Kreise.

II. Lage der geraden Linien gegen einander.

22. Die Nebenwinkel sind allemahl zwey rechten gleich. — Es seyn nämlich (Fig. 4.) EAC, EAD zwey Nebenwinkel, und BA sey eine senkrechte auf *CD*, so besteht die Summe der beiden rechten Winkel aus den drey Winkeln EAC. EAB und BAD, aus welchen auch die Summe der beiden Nebenwinkel EAC und EAD besteht. Daher sind beide Summen einander gleich. Auf der andern Seite von DC sind DAF und FAC auch zwey rechten gleich, also sind alle vier Winkel rings um den Punct (auch wenn ihrer so viele sind als man will) vier rechten gleich.

Alle Winkel, die um einen Punct auf einer Seite einer geraden Linie liegen, machen zusammen zwey rechte aus.

23. Die Verticalwinkel sind einander gleich. — In Fig. 3. sind x und z Verticalwinkel, y ist jedes derselben Nebenwinkel. Folglich $x + y = 2R$, und $y + z = 2R$, also $x + y = y + z$; und, wenn man von den gleichen Summen denselben Winkel y wegnimmt, $x = z$.

24. Wenn zwey in C sich schneidende gerade Linien AC, BC (Fig. 6.) von einer dritten DE in A, B, geschnitten werden, so ist in dem Dreyecke CAB der innere Winkel CAB kleiner als der äußere CBE.

Man schiebe den Winkel CBE mit dem Schenkel BE auf der Linie AE nach A hin, so rückt der Durchschnitt des Schenkels CB mit AC auch nach A hin, und zugleich näher nach dem Scheitelpuncte des fortgeschobenen Winkels. Er sey in c, wenn B in b ist, so ist cbE = CBE, und cb kleiner als CB. Wenn B in A anlangt, so fällt der Durchschnitt C auch in A, und der ganze Schenkel des Winkels FAB = CBE fällt über CA hinaus. Folglich ist CAB kleiner als CBE.

25. Wenn zwey Linien AC, GH, (Fig. 6.) von einer dritten DE so geschnitten werden, daß der äußere Winkel HGE größer ist als der innere CAE auf derselben Seite von DE, so schneiden sich diese Linien, wenn sie genugsam verlängert werden, auf eben der Seite von DE, an welcher jene Winkel liegen.

Der Satz ist der umgekehrte von (24.). So wie dort die Ungleichheit der Winkel mit dem Schneiden der Linien nothwendig verbunden ist, so ist es auch umgekehrt das Schneiden mit der Ungleichheit der Winkel. Dieses noch näher einzusehen, nehme man irgend einen Winkel FAE, der größer als CAE ist (Fig. 6.), und schiebe diesen Winkel FAE mit dem Schenkel AE auf eben dieser Linie AE fort, so müssen, da AF ganz jenseits AC in Absicht auf AE liegt, immer größere Theile von AF sich durch AC durchgeschoben haben, in der Maße, daß der Scheitelpunct des Winkels auf AE fortrückt, als in b das Stück bc, in B das Stück BC. Wäre es möglich, daß sich die ganze unbegränzte Linie FA durchschieben könnte, so daß irgendwo in G die unbegränzte Linie GH, welche mit AE denselben

Win-

Winkel wie FA macht, die gleichfalls unbegränzte AC nicht ſchnitte, ſo müßte zwiſchen B und G ein Punct ſeyn, in welchem der Übergang vom Schneiden zum nicht Schneiden geſchähe. Was dieſes für eine Lage der beiden Linien gegen einander ſeyn könnte, läßt ſich gar nicht begreifen. Zwey verſchiedene gerade Linien ſchneiden einander entweder in einem Puncte, oder treffen ſich gar nicht; ein dritter Zuſtand iſt nicht möglich zu gedenken.

Iſt der äußere Winkel DAa kleiner als der innere AGg, ſo ſchneiden ſich Aa und Gg auf der entgegengeſetzten Seite von AE, wo der innere Winkel CAB, der Verticalwinkel von DAa, kleiner iſt als der äußere HGE, der Verticalwinkel von AGg.

26. Man kann den Satz auch ſo ausdrucken: Wenn zwey gerade Linien von einer dritten ſo geſchnitten werden, daß die Summe der beiden innern Winkel kleiner oder größer iſt, als zwey rechte, ſo ſchneiden ſich die beiden Linien auf derjenigen Seite, wo die Summe kleiner als zwey rechte iſt.

27. Werden die beiden Linien AB, CD, (Fig. 7.) von einer Linie EF ſo geſchnitten, daß der äußere Winkel EGB gleich iſt dem innern entgegengeſetzten EHD, ſo ſchneiden ſich AB und CD nicht, oder ſind parallel.

Denn wenn ſie ſich ſchnitten, ſo wären jene Winkel ungleich (24.).

28. Eben dieſe Linien ſind parallel, wenn die Wechſelswinkel AGH, GHD, gleich ſind. — Denn wegen der gleichen Verticalwinkel AGH, EGB, ſind EGB und EHD gleich, alſo ſind die Linien parallel (27.).

29. Auch ſind ſie parallel, wenn die beiden innern entgegengeſetzten Winkel zuſammen zwey rechte aus-

ausmachen. — Denn wenn HGB + GHD = 2 R, so ist, weil HGB + EGB = 2 R sind, GHD = EGB, wie in (27.).

30. Die Linien AB, CD (Fig. 7.) seyn parallel; eine dritte EF schneide sie in G und H, so ist 1) der äußere Winkel dem innern entgegengesetzten gleich; 2) die Wechselswinkel sind auch gleich; und 3) die beiden innern entgegengesetzten Winkel machen zwey rechte aus.

Denn wenn der äußere und innere Winkel sich ungleich wären, so schnitten sich die beiden Linien (25.), und wären nicht parallel. Sind aber diese Winkel gleich, so folgt das zweyte und dritte gleich daraus, umgekehrt wie in (28. und 29.).

31. Sind zwey Linien BC, bc, (Fig. 6.) einer dritten FA parallel, so sind sie einander selbst parallel. — Denn sie werden alsdann alle drey von einer schneidenden Linie DE unter demselben Winkel geschnitten, so daß DAF = Dbc, und DAF = DBC, also Dbc = DBC ist. Folglich sind bc und BC parallel (27.).

32. Die Linie FA (Fig. 6.) bewege sich längs AE unter demselben Winkel FAE, so schneidet sie eine andere AC in jeder Lage gleichfalls unter einem unveränderlichen Winkel FAC. — Nämlich, wenn FA in die Lage CB kommt, so sind, wegen CBE = FAE, die Linien CB, FA, parallel, folglich ist FAC = ACB.

33. Aus dem Begriffe von der geraden Linie, als der möglichst einfachen, folgt dieser Satz auch. Denn auf der geraden Linie AC haben alle Theile dieselbe Richtung gegen AE, auf AF gleichfalls. Die Richtung auf der letztern verändert sich nicht, weil die Linie AF bey ihrem Fortrücken dieselbe Lage gegen AE behal-

behalten soll; folglich behalten die Theile auf AC und BC immer dieselbe Lage gegen einander, oder die Winkel bey C und c sind gleich, wenn die Winkel bey B und b dieselben sind. Daraus folgt auch der Satz (25.). Denn wenn die Linie BC bey dem parallelen Fortrücken auf AE zuletzt die Linie AC nicht mehr schneiden sollte, so müßte der Winkel ACB immerfort abnehmen, und zuletzt verschwinden.

34. In jedem Dreyecke ABC (Fig. 6.) ist 1) die Summe der beiden innern Winkel ABC und ACB dem äußern Winkel CAD der Seite AC mit der nach D verlängerten AB gleich; 2) die Summe aller drey Winkel ist zwey rechten gleich *).

Denn man schiebe den Winkel CBA mit der Spitze B nach A hin, so daß der Schenkel BA auf der Linie BAD bleibe. Wenn B in A fällt, falle BC in AF. Wegen der gleichen Winkel DAF und DBC sind AF und BC parallel (27.); daher ist der Winkel FAC = ACB (30. nr. 2.). Nun ist erstlich DAC = DAF + FAC = ABC + ACB; zweytens ist BAC + CAF + FAD = 2 R, also BAC + ACB + ABC = 2 R.

III. Gleichheit der Dreyecke, und Folgerungen.

35. In den beiden Dreyecken ABC, abc, (Fig. 8.) seyn die Seiten AB = ab, AC = ac, und der ein-

*) Dieser Satz sollte nach einer scharfen Lehrart erst vorkommen, wenn gezeigt ist, wie Parallelen gezogen werden. Dafür wird hier ein Winkel fortgeschoben. Die Absicht, die Sätze nach ihrem Inhalte unter Rubriken zu bringen, verträgt sich nicht ganz mit der Schärfe, nach welcher man nicht sagen muß, etwas solle geschehen, ohne gezeigt zu haben, wie es geschieht.

eingeschlossene Winkel A = a, so ist die dritte Seite in beiden dieselbe, BC = bc, und die den gleichen Seiten gegen über liegenden Winkel sind gleich, B = b; C = c.

So wie man materielle Figuren durch die Übereinanderlegung mit einander vergleicht; so lege man auch hier in der Vorstellung die beiden Dreyecke auf einander, daß a auf A und ab auf AB falle; folglich fällt, wegen der gleichen Winkel, ac auf AC, und wegen der gleichen Größe der Linien, b auf B, c auf C, daher cb auf CB, weil zwischen den zwey Puncten, B, C, nur eine einzige gerade Linie Statt findet; daher deckt das Dreyeck abc das ABC, und es ist b = B; c = C.

Oder: in einem Dreyecke ABC wird aus AB, AC und A die Lage der Puncte, B, C, mithin BC nebst den Winkeln B und C bestimmt; folglich sind alle Dreyecke, worin AB, AC, A, die gegebene Größe haben, ganz dieselben.

36. In den Dreyecken ABC, abc, (Fig. 8.) sey AB = ab, A = a, B = b, so sind die den gleichen Winkeln gegen über liegenden Seiten gleich, AC = ac, BC = bc, C = c.

Man lege wiederum die Dreyecke auf einander, daß a auf A, b auf B falle, so fällt ac auf AC, bc auf BC, und der Durchschnittspunct c auf C (21.); daher decken sich die Dreyecke einander, und es ist AC = ac, BC = bc, C = c.

Oder: in einem Dreyecke ABC wird aus einer Seite und den anliegenden Winkeln die Lage und der Durchschnittspunct der beiden andern Seiten, folglich ihre Größe und der von ihnen eingeschlossene Winkel bestimmt.

37. Weil

37. Weil der Winkel B, als die Ergänzung von A und C zu zwey rechten, durch dieſe gegeben oder beſtimmt wird (34.), ſo folgt die Gleichheit der Dreyecke, ABC, abc, auch aus der Gleichheit der Seiten AB und ab; der Winkel A und a; C und c.

38. Sind zwey Seiten AC, BC, eines Dreyecks ABC (Fig. 9.) ſich gleich, ſo ſind es auch die gegen über liegenden Winkel. — Denn man gedenke ſich daſſelbe Dreyeck mit der Seite AC auf BC gelegt, ſo fällt BC auf AC, A auf B, B auf A, AB auf ſich ſelbſt, und der Winkel A deckt den Winkel B, oder iſt ihm gleich.

39. Sind die beiden Winkel A und B gleich, ſo ſind die gegen über ſtehenden Seiten AB, BC, gleich. — Denn man gedenke ſich daſſelbe Dreyeck mit der Seite AB auf AB, die Winkel A und B aber verwechſelt, gelegt, ſo fällt AC auf BC, und BC auf AC, dadurch C auf C, weil zwey gerade Linien ſich nicht in zwey Puncten ſchneiden können. Daher iſt AC = BC.

40. In einem gleichſeitigen Dreyecke ſind alle drey Winkel gleich, nämlich jeder = $\frac{2}{3}$ R.

41. Iſt in dem Dreyecke ABC (Fig. 10.) die Seite AB größer als AC, ſo iſt der jener gegen über liegende Winkel ACB größer als der AC gegen über liegende B. — Denn man nehme AD = AC, indem man aus A mit dem Halbmeſſer AC einen Kreisbogen beſchreibt, und ziehe CD, ſo iſt ∠ ACD = ADC (38.); aber ACB iſt größer als ACD oder ADC, und ADC iſt größer als B (24.), folglich iſt noch vielmehr ACB größer als B.

42. Der Winkel ACB ſey größer als der Winkel B, ſo iſt die Seite AB größer als AC. — Denn wäre AB kleiner als AC, ſo wäre auch ACB kleiner als B (41.).

43. Daher ist in jedem Dreyecke ACB (Fig. 11.) die Summe zweyer Seiten AC, CB, größer als die dritte AB. — Denn man nehme auf der verlängerten AC das Stück CD = CB, und ziehe DB, so ist in dem gleichschenklichten Dreyecke BCD der Winkel D = CBD, daher D kleiner als ABD, und in dem Dreyecke ABD ist AB kleiner als AD, oder als AC + CB (42.).

44. Wenn die drey Seiten eines Dreyecks ACB (Fig. 8.) den drey Seiten eines andern acb gleich sind, so sind die Dreyecke gleich, und die den gleichen Seiten in jedem gegen über liegenden Winkel sind dieselben.

Denn man lege sie, in einer Ebene, an einander, wie in (Fig. 12.) geschehen ist, die eine Seite ab auf die ihr gleiche AB, ac neben AC auf der andern Seite von AB, und bc neben BC; ziehe hierauf Cc. Fällt diese innerhalb beider Dreyecke, so ist in dem gleichschenklichten Dreyecke Cac der Winkel ACc = AcC, und in dem gleichschenklichten Dreyecke CBc der Winkel BCc = BcC; daher die Summe ACB = AcB, folglich sind die Dreyecke ACB und AcB gleich (35.). In dem Falle, daß Cc außerhalb der Dreyecke fällt, ist der Unterschied der gleichen Winkel bey C und c derselbe. Geht Cc durch B, so sind die Winkel bey B rechte. Dieser Fall verdient eine besondere Anführung.

45. Wenn in den bey A rechtwinklichten Dreyecken ABC, ABD, (Fig. 13.) die Hypotenuse BC = BD, und die eine Kathete AB = AB, so sind die Dreyecke gleich. — Denn man lege sie mit der gemeinschaftlichen Kathete AB an einander, so machen die beiden andern Katheten AC, AD, eine gerade Linie aus, wegen der rechten Winkel bey A. Dadurch entsteht

ſteht aus beiden das gleichſchenklichte Dreyeck BCD, in welchem ∠ C = D. Dadurch ſind auch die Winkel ABC, ABD gleich (34.), folglich die Dreyecke ABC und ABD gleich (37.).

46. Aufg. Über CD durch den Punct A (Fig. 13.) ein Perpendikel aufzurichten. — Man nehme AC = AD, und beſchreibe über CD ein gleichſeitiges oder gleichſchenklichtes Dreyeck, indem man mit CD, oder einer andern Linie, die nur größer als AD ſeyn muß, aus C und D Kreisbogen beſchreibt, die ſich in B ſchneiden. Die Dreyecke BAC, BAD ſind wegen (44.) gleich, alſo ∠ BAC = BAD, folglich beide rechte (12.).

47. Aufg. Aus dem Puncte B außerhalb der Linie CD auf dieſe ein Perpendikel zu fällen (Fig. 14.) — Man beſchreibe aus B mit einem hinlänglich großen Halbmeſſer einen Kreis, der CD in C und D ſchneide. Über CD beſchreibe man auf der andern Seite das gleichſeitige oder gleichſchenklichte Dreyeck CED, ziehe BE, welche CD in A ſchneide, ſo iſt BA das verlangte Perpendikel.

Man ziehe noch BC, BD, ſo ſind die Dreyecke BCE, BDE, gleich (44.), folglich auch die Winkel bey B daher die Dreyecke BAC, BAD (35.), und daher die Winkel bey A.

48. Das Perpendikel AB aus der Spitze eines gleichſchenklichten Dreyecks auf die Grundlinie (Fig. 13.), theilt das Dreyeck, die Grundlinie und den dieſer gegen über ſtehenden Winkel in zwey gleiche Theile.

49. Aufg. Eine gegebene Linie CD (Fig. 14.) in zwey gleiche Theile zu theilen. — Man beſchreibe über CD die gleichſchenklichten Dreyecke BCD, ECD, und ziehe BE, ſo theilt dieſe die CD in zwey gleiche Theile.

Der Beweis wie in (47.).

50. Aufg. Einen Winkel CBD (Fig. 14.) in zwey gleiche Theile zu theilen. — Man nehme auf deſſelben Schenkeln BC = BD, ziehe CD, beſchreibe über CD das gleichſchenklichte Dreyeck CED, ziehe BE; ſo theilt dieſe den Winkel B in zwey gleiche Theile.

Der Beweis wie in (47.).

51. Aufg. Ein Dreyeck abc (Fig. 8.) zu zeichnen, das einem gegebenen ABC gleich ſey. — Man nehme ab = AB, und beſchreibe aus a mit dem Halbmeſſer AC, aus b mit dem Halbmeſſer BC Kreisbogen, die ſich in c ſchneiden, ziehe ca, cb; ſo iſt das △ abc = ABC. Aus (49.).

52. Auf eben die Art zeichnet man mit drey gegebenen Seiten ein Dreyeck; nur müſſen zwey Seiten zuſammen größer ſeyn als die dritte (43.).

53. Aufg. Einen Winkel a zu zeichnen, der einem gegebenen A gleich ſey (Fig. 8.). — Auf den Schenkeln des Winkels A nehme man die Puncte B, C, beliebig, ziehe BC, und beſchreibe mit den drey Seiten deſſelben das Dreyeck acb; ſo iſt der Winkel, welcher der Seite bc = BC gegen über liegt, dem A gleich (44.).

54. Aufg. Einer Linie AB durch einen, außer ihr, gegebenen Punct C eine Parallele zu ziehen (Fig. 15.) — Man ziehe die willkührlichen CA, CB, zeichne über CA das dem Dreyecke ABC gleiche Dreyeck CDA, worin CD = AB, und AD = BC; ſo iſt CD mit AB parallel. — Denn die Winkel CAB, ACD, ſind gleich (44.); alſo ſind AB, CD, parallel (28.).

55. Aufg. Aus zwey Seiten AB, BC, mit dem Winkel B ein Parallelogramm zu zeichnen (Fig. 15.). — Man ziehe AC, und zeichne das Dreyeck CDA = ABC,

ABC, wie in (54.), so ist erstlich CD parallel mit AB; zweytens wegen der gleichen Winkel ACB, CAD, (44.) sind auch BC, AD, parallel (28.).

56. In jedem Parallelogramm ABCD (Fig. 15.) sind

I. die gegen über stehenden Seiten, AB und CD, BC und AD, gleich, oder Parallelen zwischen Parallelen sind gleich. — Denn man ziehe die Diagonale AC, so ist, wegen der gleichen Wechselswinkel CAB = ACD, und ACB = DAC (30. nr. 2.), das Dreyeck ABC = CDA (36.), folglich AB = CD, und BC = AD.

II. Die nach der Diagonale entgegengesetzten Winkel, A und C, oder B und D, sind gleich.

57. Die Diagonale (durch die Ecken gezogene Linie) theilt ein Parallelogramm in zwey gleiche Theile.

58. Wenn in einem Vierecke ABCD (Fig. 15.) die zwey gegen über stehenden Seiten, AB. CD, gleich und parallel sind, so ist die Figur ein Parallelogramm. — Denn man ziehe die Diagonale AC, so sind die Wechselswinkel CAB, ACD, gleich, folglich das Dreyeck ABC = CDA (35.), und also ∠ ACB = CAD, daher CB parallel mit AD.

59. Aufg. Ein Rechteck zu zeichnen (Fig. 16.). — Man ziehe auf AB die senkrechte CB. nehme darauf die willkührlichen oder gegebenen Linien AB. BC, ziehe CD parallel mit AB, und AD parallel mit BC (54.); so ist das Rechteck gezeichnet. In diesem sind alle vier Winkel rechte (30. nr 3.).

60. Man nehme AE = AD, ziehe EF parallel mit AD, und DF parallel mit AE: so hat man ein Quadrat AEFD, in welchem alle Seiten gleich, und alle vier Winkel rechte sind.

61. Das Perpendikel FE von einem Puncte F auf eine Linie AB, mißt den Abstand des Punctes F von dieser Linie. — Der Abstand einer Linie DC von der mit ihr parallelen AB wird gemessen durch das Perpendikel FE von einem Puncte der ersten auf die letztere. — Alle solche Perpendikel, wie CB, DA, sind Parallelen (28.), also sich gleich (56.). Darum heißen Parallelen auch gleichlaufende. — Wenn man auf AB zwey gleiche Perpendikel, AD, BC, setzt, und die gerade DC zieht, so ist DC parallel mit AB (58.). Auf solche Art zieht man auf dem Felde Parallelen.

62. Eine vieleckige Figur, wie Fig. 17. abzuzeichnen, zerfälle man sie durch Diagonalen in Dreyecke, und zeichne jedes Dreyeck neben dem andern in der gehörigen Lage. Nimmt man die Seiten und Winkel nach Belieben an, so bestimmen sich immer drey Stücke aus den übrigen. Nämlich, wenn man 1) alle Seiten bis auf eine, und alle Winkel bis auf die zwey an dieser Seite liegenden, oder wenn man 2) alle Winkel bis auf einen, und alle Seiten bis auf die beiden diesen Winkel einschließenden Seiten, oder, wenn man 3) alle Seiten und alle Winkel bis auf drey nach einander folgende Winkel annimmt; so ergeben sich jedesmahl die übrigen Bestimmungen bey der Zusammensetzung der Figur von selbst.

Bey Feldvermessungen, wenn man alle Seiten und Winkel eines Feldes aufnimmt, und sie, jene nach einem verkleinerten Maaßstabe, aufs Papier trägt, hat man hiedurch eine Probe von der Richtigkeit der Messungen. Denn die drey Bestimmungen, welche bey der Zeichnung auf eine jener drey Arten aus den übrigen folgen, müssen mit den gemessenen übereintreffen.

63. Die Summe aller Winkel einer jeden geradlinichten Figur ist zweymahl so viel rechten gleich, als die Figur Seiten hat, weniger vier rechten. — Denn die Summe aller Winkel ist so groß als die Summe der Winkel in allen den Dreyecken, worin die Figur durch die Diagonalen zerlegt wird, also zweymahl so viel rechten gleich. Nun ist die Anzahl dieser Dreyecke so groß als die um zwey verminderte Anzahl der Seiten, weil den beiden äußersten Dreyecken zwey Seiten, jedem der andern eine Seite, zugehören.

64. Perpendikel und Parallelen zu ziehen, bedient man sich bey Zeichnungen am bequemsten eines rechtwinklichten Dreyecks und eines Linials, an welchem man jenes beliebig verschiebt. Das Anschlaglinial dient, auf einem Reißbrette sehr geschwind Parallelen zu ziehen. Dreyecke, oder je drey Puncte einer Charte, trägt man durch einen dreyfüßigen Zirkel über. Man kann sie durch paralleles Abschieben übertragen, wenn man Vorzeichnung und Nachzeichnung auf eine Tafel legen kann. Oder man schließt beide in ein Rechteck ein, und mißt die Entfernung jedes überzutragenden Puncts von zwey neben einander liegenden Seiten des Rechtecks. Man kann auch ein auf durchsichtiges Papier gezeichnetes Netz von Quadraten gebrauchen, die Lage jedes Punctes auf dem Originale in ein gleichförmiges Netz auf der Nachzeichnung überzutragen. Der Storchschnabel ist ein Werkzeug, durch welches man einer Figur eine ähnliche zeichnet. Es läßt sich auch so einrichten, daß die Nachzeichnung dem Originale gleich wird.

IV. Aehnlichkeit der Figuren.

65. Man trage auf eine Linie AM (Fig. 18.) eine beliebige Anzahl gleicher Theile AB = BC = CD

u. s. f., ziehe durch die Theilungspuncte die Parallelen Bb, Cc, Dd etc an eine Linie AN, welche jene in A schneidet; so werden auf dieser eben so viele unter sich gleiche Theile abgeschnitten, als auf jener.

Denn man ziehe durch die Puncte b, c, d etc. die Parallelen bb′, cc′, dd′ etc. mit AM, so sind diese den Theilen BC, CD, DE etc. oder dem AB gleich (56.). In den Dreyecken ABb, bb′c, cc′d, etc., sind die Winkel bey A, b, c etc. gleich (30. nr. 1.), so auch die Winkel AbB, bcb′, cdc′ etc., folglich sind die Dreyecke gleich (37.), und die Seiten Ab, bc, cd, etc sind alle einander gleich.

66. Hieraus erhellt, wie man eine gegebene Linie Af in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, z. E. 5, theilen könne. Man zieht eine andere beliebige AM, trägt darauf die gegebene Anzahl Theile von beliebiger Größe von A bis F, zieht Ff, und mit dieser die Parallelen Bb, Cc u. s. f., welche auf Af die verlangte Anzahl gleicher Theile abschneiden.

67. Man nehme irgend einen Theilungspunct D auf AF, und den dazu gehörigen d auf Af, so ist AD : AF = Ad : Af. — Denn da die vorhergehenden Glieder AD, Ad, gleich viele Theile enthalten, die nachfolgenden AF, Af, ebenfalls, und die Theile in AD und AF, so wie in Ad und Af, gleich groß sind, so entsteht AF aus AD auf eben die Art durch die Division und Multiplication, wie Af aus Ad. Also sind die vier Größen proportional (Arithm. 79. und 80.).

68. Überhaupt verhalten sich zwey Abschnitte der einen Linie wie zwey Abschnitte der andern, die mit jenen zwischen dieselben Parallelen fallen. Als: BD : CF = bd : cf. Auch ist AD : DF = Ad : df.

69. Man ziehe in dem Dreyecke ABC (Fig. 19.) mit der Seite BC die Parallele DE, so ist AB : AD = AC

$=$ AC : AE. — Denn man theile AB in irgend eine Anzahl gleicher Theile (66.). Fällt ein Theilungspunct in D, so werden durch die Parallelen DE und BC auf AC eben so viele Theile abgeschnitten, und es ist AB : AD $=$ AC : AE. Fällt in D kein Theilungspunct, oder sollte es gar nicht möglich seyn, durch eine veränderte Eintheilung in D einen Theilungspunct fallen zu lassen, so ist es doch möglich, durch die immer mehr vergrößerte Anzahl der Theile zwey Theilungspuncte d und d′ so nahe an D zu bringen, als man will. Zieht man nun die Parallelen de, d′e′ mit BC, so ist AB : Ad $=$ AC : Ae, und AB : Ad′ $=$ AC : Ae′ (67.). Da die nachfolgenden Glieder Ad und Ad′, Ae und Ae′, jene der AD, diese der AE, von beiden Seiten so nahe kommen können, als man will; so kann die Proportion AB : AC $=$ AC : AE nicht unrichtig seyn, es müßten denn jene beiden zuletzt unrichtig werden können.

Wir wollen inzwischen setzen, sie sey unrichtig, und es sey dagegen AB : AD $=$ AC : AP, so daß AP größer als AE ist. Man nehme die Anzahl der gleichen Theile auf AB so groß, daß eine Theilungslinie de zwischen E und P falle, so ist AB : Ad $=$ AC : Ae. Da Ad größer ist als AD, so muß auch Ae größer seyn als AP in der gegenseitig angenommenen Proportion, weil ein größerer Exponent zu demselben vorhergehenden Gliede AC nothwendig ein größeres folgendes Glied giebt. Der Exponent ist aber größer, weil Ad größer als AD ist. Nun fällt e zwischen E und P, also ist Ae kleiner als AP. Folglich kann die gegenseitig angenommene Proportion nicht bestehen. — Eben so wird der Beweis geführt, wenn P auf die andere Seite von E fallen soll. Es ist daher die Proportion AB : AD $=$ AC : AE richtig.

70. Ist DE parallel mit BC, so ist auch AB : DB $=$ AC : EC, und AD : DB $=$ AE : EC. —

Wenn AB, AD, DB, ein gemeinſchaftliches Maaß haben, ſo enthalten AC, AE, EC, eben ſo viele Theile als jene nach der Ordnung, und je zwey von jenen verhalten ſich wie die zugehörigen unter dieſen. Iſt kein gemeinſchaftliches Maaß für jene, und daher auch nicht für dieſe, ſo ſind ſie doch proportional, aus eben den Gründen wie jene. Überhaupt, wenn ein Theil AD aus dem Ganzen AB auf dieſelbe Art entſteht, wie der Theil AE aus dem Ganzen AC, ſo müſſen auch die andern Theile DB und EC jener aus AB, dieſer aus AC auf dieſelbe Art entſtehen; desgleichen auch der Theil AD aus dem Theile DB wie AE aus EC.

71. Es ſeyn nämlich vier proportionale Größen allgemein durch A, B, C, D bezeichnet, ſo daß $A : B = C : D$; der Exponent ſey e, alſo $B = e \cdot A$ und $D = e \cdot C$; ſo iſt $A - B = A - e \cdot A = (1 - e) A$, wo die Klammern bedeuten, daß der Unterſchied $1 - e$ in A ſoll multiplicirt werden. Desgleichen iſt $C - D = (1 - e) C$. Folglich iſt $A : A - B = C : C - D$, indem der Exponent von beiden Verhältniſſen $1 - e$ iſt.

Eben ſo iſt $B : A - B = D : C - D$. Denn die vorhergehenden Glieder ſind $e \cdot A$ und $e \cdot C$; die nachfolgenden $(1 - e) A$ und $(1 - e) C$. Dieſe entſtehen alſo aus jenen durch die Diviſion mit e, und Multiplication mit $1 - e$.

Z. E. $16 : 12 = 24 : 18$, alſo $16 : 4 = 24 : 6$ und $4 : 12 = 6 : 18$.

72. Aus der Proportion $A : B = C : D$ folgen auch auf dieſelbe Art die neuen, $A : A + B = C : C + D$; und $B : A + B = D : C + D$.

73. Es ſey wiederum in dem Dreyecke ABC (Fig. 20.) DE parallel mit BC, ſo iſt $AB : AD = BC : DE$. — Denn man ziehe DF parallel mit AC,

ſo

so sind DE und FC gleich (56.). Nun ist AB : AD = BC : FC (70.), also AB : AD = BC : DE.

74. Weil in allen diesen Proportionen alle Glieder gleichartig sind, so kann man die mittlern Glieder verwechseln (Arithm. 89.), und so ist

AB : AC = AD : AE
AB : AC = DB : EC
AD : AE = DB : EC
AB : BC = AD : DE.

75. Zu drey Linien, wie AB, AC, AD, die vierte Proportionallinie zu finden, trage man auf die Schenkel eines beliebigen Winkels A diese Linien, wie in Fig. 20, ziehe BC, und mit dieser die Parallele DE; so schneidet diese die verlangte Linie AE ab.

Die Arithmetik findet ihr Facit stückweise, die Geometrie ihre Größen auf einmahl durch Durchschnitte gewisser Linien.

76. Erkl. Ebene und geradlinichte Figuren sind **ähnlich**, wenn die Winkel der einen den Winkeln der andern, in der Ordnung, wie sie auf einander folgen, gleich, und die Verhältnisse der zwischen diesen gleichen Winkeln liegenden Seiten dieselben sind. Z. E. in den beiden Figuren (17 und 17 *) ist A = a; B = b; C = c; D = d; E = e; und AB : BC = ab : bc; BC : CD = bc : cd; CD : DE = cd : de; DE : EA = de : ea. Darum sind diese Figuren ähnlich. — Wie solche ähnliche Figuren zu zeichnen sind, wird bald gelehrt werden.

77. Wenn man in einem Dreyecke ABC (Fig. 20.) mit der einen Seite BC die Parallele DE zieht, so ist das Dreyeck ADE dem ABC ähnlich. — Denn es ist A = A, und wegen der Parallelen BC, DE, ist B = ADE, C = AED; ferner ist AB : AC =

AD : AE; und AB : BC = AD : DE (74.), wie auch AC : BC = AE : DE; also sind die Dreyecke ähnlich (76.).

78. Wenn zwey Winkel eines Dreyecks ABC zwey Winkeln eines andern abc (Fig. 20. und 20 *) gleich sind, A = a; B = b; so sind die Dreyecke ähnlich. — Denn man nehme auf der Seite AB das Stück AD = ab, und ziehe die Parallele DE mit BC; so ist D = B, also D = b. Da nun A = a gesetzt ist, so ist △ abc = ADE (36.). Dieses △ ADE ist dem ABC ähnlich (77.), also ist auch △ abc diesem ähnlich.

79. Wenn in den beiden Dreyecken ABC, abc, (Fig. 20. und 20*) A = a, und AB : AC = ab : ac; so sind die Dreyecke ähnlich. — Denn man nehme auf AB das Stück AD = ab, und ziehe DE parallel mit BC, so ist AB : AC = AD : AE (74.). Vergleicht man diese Proportion mit der angenommenen, so findet man, daß die drey ersten Glieder in beiden dieselben sind, daher das vierte nicht verschieden seyn kann, oder es ist AE = ac. Folglich ist das Dreyeck abc = ADE (35.), und daher, wie dieses, dem ABC ähnlich.

80. Wenn in den beiden Dreyecken ABC, abc, (Fig. 20. und 20 *) AB : AC = ab : ac, und AB : BC = ab : bc; so sind sie ähnlich. — Denn man nehme auf AB das Stück AD = ab, und ziehe DE parallel mit BC, so ist AB : AC = AD : AE, und AB : BC = AD : DE. Vergleicht man diese Proportionen mit den angenommenen, so erhellt, daß AE = ac und DE = bc. Da nun AD = ab, so ist △ ADE = abc (44.), und daher △ abc ähnlich dem △ ABC.

81. In den bey B und b rechtwinklichten Dreyecken ABC, abc, (Fig. 20. 20 *) sey AB : AC = ab:

ab:ac; so sind diese Dreyecke ähnlich. — Denn man nehme auf AB das Stück AD = ab, und ziehe DE parallel mit BC; so ist AB:AC = AD:AE, folglich AE = ac; daher △ ADE = abc (45.), also ist △ abc dem ABC ähnlich. — Von schiefwinklichten Dreyecken gilt dieser Satz nicht ohne nähere Bestimmung.

82. In allen ähnlichen Dreyecken stehen die gleichen Winkel den gleichnamigen Seiten, und diese jenen, gegen über. Gleichnamige Seiten sind diejenigen, welche entweder die vorhergehenden oder die nachfolgenden Glieder der Proportionen ausmachen, wenn die Glieder des einen Verhältnisses aus dem einen Dreyecke, und die Glieder des andern Verhältnisses aus dem andern Dreyecke genommen werden.

83. Aufg. Einem Dreyecke ABC ein ähnliches abc (Fig. 20. 20 *) zu zeichnen. — Man nehme eine Seite ab nach Belieben, und mache entweder zwey Winkel a und b den Winkeln A, B, gleich; oder mache zweytens den Winkel a = A, und suche zu AB, AC, ab, die vierte Proportionallinie ac, worauf mit ab, ac und dem Winkel a das Dreyeck gezeichnet wird; oder man suche drittens zu AB, AC, ab, desgleichen zu AB, BC, ab die vierte Proportionallinie, und zeichne mit diesen beiden Seiten und ab das Dreyeck.

84. In dem bey A rechtwinklichten Dreyecke ABC (Fig 21.) werde von A das Perpendikel AD auf BC gelassen, so zerfällt das △ ABC in zwey diesem Dreyecke ABC und sich selbst ähnliche Dreyecke. — Denn das Dreyeck BDA hat mit dem BAC den Winkel B gemein. Da nun D wie BAC = R, so sind die Dreyecke ähnlich (78.). Eben so ist wegen des gemeinschaftlichen Winkels C das △ CDA dem CAB ähnlich. Daher sind die beiden Dreyecke ADB, CDA auch einander ähnlich. Es ist nämlich ∠ C so wie ∠ BAD

BAD die Ergänzung von B zum rechten Winkel, also ist C = BAD. Desgleichen ist ∠ B so wie CAD die Ergänzung von C zum rechten, also B = CAD.

85. Aus der Ähnlichkeit dieser Dreyecke folgt (82.):

BD : BA = BA : BC
DC : CA = CA : BC
BD : DA = DA : DC.

Die Seiten BA, AC, werden einmahl als Hypotenuse und das anderemahl als Katheten betrachtet. Die Seite DA ist in BAD die dem Winkel B, in CAD die dem Winkel C gegen über stehende Kathete.

86. Wenn man zwey Proportionen hat, wie folgende:

A : B = C : D
B : E = D : F;
so ist A : E = C : F.

Da D aus C wie B aus A entsteht, und F wieder aus D wie E aus B, so muß allerdings F aus C wie E aus A entstehen. Oder: man verwechsele die mittlern Glieder, so ist A : C = B : D und B : D = E : F, also A : C = E : F, oder A : E = C : F (Arithm. 89.). Nach dieser letztern Beweisart aber müssen alle sechs Größen gleichartig seyn. Die erstere ist allgemein. Wenn der Exponent in der ersten Proportion ist m, in der zweyten n; so ist er in der aus beiden hergeleiteten m mahl n. Um sich dieses noch deutlicher zu machen, setze man statt der Buchstaben beliebige Zahlen, mit Beobachtung der Proportionalität.

87. Aufg. Einer Figur wie ABCDE (Fig. 17.) eine ähnliche abcde (Fig. 17 *) zu zeichnen.

Man

Man zerfälle jene durch Diagonale in Dreyecke, und zeichne dieſen die ähnlichen und ähnlich gelegten Dreyecke, ſo iſt das Verlangte geſchehen. — Denn wegen der gleichen Winkel in den Dreyecken beider Figuren iſt erſtlich a = A; b = B; c = C; d = D; e = E. Zweytens iſt AB : BC = ab : bc. Ferner BC : AC = bc : ac; und AC : CD = ac : cd, folglich BC : CD = bc : cd (86.). Weiter iſt CD : AD = cd : ad, und AD : DE = ad : de, alſo CD : DE = cd : de. Auf dieſe Art wird, ſo viele Seiten die Figur auch haben mag, bewieſen, daß zwey an einander ſtoßende Seiten der einen Figur daſſelbe Verhältniß haben, welches die zwey zwiſchen denſelben Winkeln der andern Figur liegenden Seiten haben. Aber auch zwey nicht neben einander liegende Seiten, wenn ſie nur zwiſchen denſelben Winkeln liegen, haben ſolchergeſtalt gleiche Verhältniſſe. Als AB : DE = ab : de. Denn da

AB : BC = ab : bc und
BC : CD = bc : cd, ſo iſt
AB : CD = ab : cd (86.), und da
CD : DE = cd : de, ſo iſt
AB : DE = ab : de, u. ſ. f.

Alſo ſind die Figuren, nach dem (76.) gegebenen Begriffe, ähnlich, und es iſt zugleich die Möglichkeit dieſes Begriffs dargethan.

88. Eine andere Art iſt folgende: Man nehme in der Figur ABCD (Fig. 22.) einen Punct M nach Belieben, theile von dieſem aus die Figur in Dreyecke, und zeichne dieſen Dreyecken die ähnlichen auf gleiche Art neben einander gelegten (Fig. 22*); ſo iſt die Figur abcd der ABCD ähnlich.

89. Iſt abcd der Figur ABCD ähnlich, ſo zeichne man über der mit AB gleichnamigen Seite ab,

d. i.

d. i. derjenigen, die zwischen denselben Winkeln liegt, wie AB, das dem △ AMB ähnliche amb. Der dadurch bestimmte Punct m ist in abcd ein ähnlich liegender Punct, wie der Punct M in ABCD, und die Figur ab d wird von m aus in ähnliche Dreyecke wie ABCD von M ausgetheilt. Nämlich wegen der gleichen Winkel ABC und abc, und wegen der in den beiden ähnlichen Dreyecken AMB, amb, gleichen Winkel MBA, mba, ist ∠ MBC = mbc. Ferner ist MB : AB = mb : ab, wegen der Ähnlichkeit der Dreyecke, und AB : BC = ab : bc, wegen der Ähnlichkeit der beiden Figuren, folglich (86.) ist MB : BC = mb : bc; also sind die Dreyecke MBC, mbc, ähnlich (79.). Auf eben die Art wird die Ähnlichkeit der Dreyecke CMD, cmd, und aller übrigen erwiesen.

90. In den ähnlichen Figuren ABCD, abcd, (Fig. 23. und 23 *) seyn M, N und m, n zwey Paare ähnlich liegender Puncte; so ist das Verhältniß des Abstandes dieser Puncte zu einer der gleichnamigen Seiten dasselbe, als MN : AB = mn : ab. — Denn wegen der ähnlichen Dreyecke MAB, mab, und NAB, nab, ist dort ∠ MAB = mab, hier ∠ NAB = nab, also ∠ MAN = man. Ferner ist MA : AB = ma : ab, und AB : AN = ab : an. Folglich MA : AN = ma : an (86.); also ist △ MAN ähnlich dem man (79.). Daher ist MN : AM = mn : am. Weil aber auch AM : AB = am : ab, so ist MN : AB = mn : ab.

Dieser Beweis kann für jede der andern Seiten eben so geführt werden.

91. Die Linie mn macht mit den Linien ma, mb etc., wie auch mit na, nb etc., dieselben Winkel, welche MN mit den gleichnamigen Linien macht. Denn die Dreyecke MAN, MNB etc. sind den Dreyecken man, mbn etc. ähnlich (90.).

92.

92. Dieſes giebt ein, beſonders auf dem Felde, bequemes Mittel, eine Figur zu zeichnen, die einer vorgegebenen ähnlich iſt. Man nehme in der letztern, wie ABCD, zwey Puncte M, N, nach Belieben, ziehe nach allen Ecken der Figur Linien, wie MA, NA; nehme zu der Zeichnung ein paar Puncte, m, n, in beliebiger Entfernung mn, und lege an m die Linien ma, mb etc., an n die Linien na, nb etc. unter denſelben Winkeln wie in der Figur ABCD. Die Durchſchnittspuncte der Linien, wie ma und na, mb und nb u. ſ. f., geben die Winkelpuncte der zu zeichnenden Figur. Denn die Dreyecke man, mbn etc., ſind den Dreyecken MAN, MBN etc. ähnlich; folglich verhalten ſich die Linien ma, mb u. ſ. f., nach der Reihe zu mn, wie MA, MB etc. zu MN, daher auch ma, mb etc. zu MA, MB u. ſ. f. nach der Ordnung paarweiſe einerley Verhältniß haben (86.). Alſo ſind die Figuren ähnlich (88.).

V. Vergleichung der geradlinichten Figuren.

93. Parallelogrammen von einerley Grundlinie, die zwiſchen denſelben Parallelen enthalten ſind, ſind gleich, wie ABCD und ABEF (Fig. 24.), die auf derſelben Grundlinie AB ſtehen, und zwiſchen denſelben Parallelen AB und DE enthalten ſind. — Denn in den Dreyecken ADF, BCE iſt AD = BC, AF = BE, und ∠ DAF = CBE, weil jeder derſelben dem Winkel AGB, bey dem Durchſchnitte der Linien AF, BC, gleich iſt (30. nr. 1.). Folglich iſt △ ADF = BCE (35.). Man nehme von beiden das Dreyeck CGF ab, und ſetze das Dreyeck AGB hinzu, ſo behält man gleiches, und zwar die Parallelogrammen ABCD, ABEF.

94. Dreyecke, die wie ABC, ABE (Fig. 24.), einerley Grundlinie AB haben, und deren der Grundlinie gegen über liegenden Spitzen in dieselbe Parallele CE mit der Grundlinie fallen, sind gleich. — Denn man vollende aus ihnen die Parallelogrammen, ABCD, ABEF, indem man mit zwey Seiten derselben Parallelen durch die Endpuncte der dritten Seite zieht. Diese Parallelogrammen sind doppelt so groß als die Dreyecke, also sind diese gleich, wie die Parallelogrammen.

95. Erkl. Den Abstand der parallelen Seiten eines Parallelogramms nennt man dessen Höhe. Dieser Abstand ist nach (61.) das Perpendikel von einem Puncte der einen von diesen Seiten auf die gegen über stehende, welche, wenn es nöthig ist, verlängert wird. So ist EH in der Fig. 24. die Höhe des Parallelogramms ABEF. Die Grundlinie ist AB. Es ist gleichgültig, welche von beiden Seiten man zur Grundlinie nimmt.

In einem Dreyecke ist eine der Seiten die Grundlinie, und das Perpendikel von der gegen über liegenden Spitze auf die nöthigen Falls verlängerte Grundlinie ist die Höhe, wie EH von dem Dreyecke ABE die Höhe ist.

96. Die beiden Sätze (93. 94.) pflegen so ausgedruckt zu werden: Parallelogrammen und Dreyecke, die einerley Grundlinie und Höhe haben, sind gleich.

97. Parallelogrammen (Fig. 25.), die gleiche Höhe haben, wie ABCD und AEFD, verhalten sich wie ihre Grundlinien AB, AE. — Man theile AB in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, und ziehe durch die Theilungspuncte die Parallelen mit den Seiten BC, AD. Durch diese zerfällt das Parallelogramm in so viele

viele gleiche Theile als AB enthält. Fällt ein Theilungspunct in E, so fallen auf AEFD so viele Theile als auf AE, also ist AB : AE = Pgr. AC : Pgr. AF. Fällt in E kein Theilungspunct, oder ist es gar nicht möglich, durch eine Veränderung der Eintheilung einen genau messenden Theil von AE zu finden, so wird wie in (69.) erwiesen, daß dennoch jene Proportion gelte. Es können nämlich auf das Pgr. AF weder mehr noch weniger Theile fallen, als auf AE.

98. Eben dieser Satz gilt auch von Dreyecken, als den Hälften der Parallelogrammen, die mit ihnen einerley Grundlinie und Höhe haben.

99. Parallelogrammen und Dreyecke, die gleiche Grundlinien haben, verhalten sich wie ihre Höhen. — Bey Rechtecken ist es gleichgültig, welche Seite man als die Grundlinie, und welche man als die Höhe ansehen will. Sie verhalten sich also, wenn eine Seite dieselbe ist, wie die ungleichen Seiten, man mag diese die Grundlinie oder die Höhe zu nennen veranlaßt werden. Jedes Parallelogramm ist einem Rechtecke gleich, dessen Seiten die Grundlinie und Höhe des Parallelogramms sind. Parallelogrammen verhalten sich also wie die Höhen, wenn die Grundlinien gleich sind. Eben dieses gilt von den Dreyecken, als den Hälften der Parallelogrammen, die mit ihnen dieselbe Grundlinie und Höhe haben.

100. Wenn man zwey Proportionen hat, wie folgende:

$$m : n = A : B$$
$$p : q = B : C;$$

so sagt man, daß das Verhältniß A : C aus den Verhältnissen m : n und p : q zusammengesetzt wird. Werden die durch m, n, p, q, allgemein bezeichneten

Größen durch Zahlen ausgedruckt, so verhält sich A zu C wie das Product m mahl p zu dem Producte n mahl q. Denn B entsteht aus A durch die Multiplication mit n und Division mit m; aus B entsteht C durch die Multiplication mit q und Division mit p; also C aus A durch die Multiplication mit n mahl q und Division mit m mahl p; das ist, es verhält sich m mahl p, als der Divisor, zu n mahl q, als dem Multiplicator, wie A zu C, oder es ist $m \cdot p : n \cdot q = A : C$, (vergl. Arithm. 97.).

Ex. Es sey $3 : 4 = A : B$
$7 : 5 = B : C.$
so ist $21 : 20 = A : C$

101. Das Verhältniß zweyer Parallelogrammen von ungleichen Grundlinien und Höhen, wie ABCD und BEFG (Fig. 26.), wird aus den Verhältnissen ihrer Grundlinien und Höhen zusammengesetzt. Oder sie verhalten sich wie die Producte der Zahlen, wodurch ihre Grundlinien und Höhen ausgedruckt werden.

Man verwandle das Parallelogramm ABCD in das Rechteck ABHI, das BEFG in das Rechteck BEKL, und zeichne über BE das Rechteck BEMH, dessen Höhe der Höhe des Rechtecks AH gleich ist. Nun ist

AB : BE = Rechteck AH : Rechteck BM
BH : BL = Rechteck BM : Rechteck BK.

Also wird das Verhältniß der Rechtecke AH und BK zusammengesetzt aus den Verhältnissen der Grundlinien AB : BE und der Höhen BH ; BL (100.), oder sie verhalten sich wie die Producte der Zahlen, wodurch die Grundlinien und Höhen ausgedruckt werden. So verhalten sich daher auch die ihnen gleichen Parallelogrammen ABCD und BEFG.

102. Von den Dreyecken gilt daſſelbe, was in (101.) von den Parallelogrammen erwieſen iſt.

103. Zur Berechnung der Parallelogrammen und Dreyecke nimmt man zur Einheit das Quadrat der Einheit für die Längen, durch welche die Grundlinien und Höhen ausgedruckt werden. So vielmahl das Product aus der Grundlinie in die Höhe Eins enthält, ſo oft iſt dieſes Quadrat in dem Parallelogramm enthalten. Das Quadrat verhält ſich zu dem Parallelogramm, wie das Product aus den beiden gleichen Seiten jenes, zu dem Product aus der Grundlinie in die Höhe dieſes. Jenes Product iſt Eins. Nimmt man nun das Quadrat als Einheit für die Flächen an, ſo wird das Parallelogramm ſchlechtweg durch das Product aus der Grundlinie in die Höhe ausgedruckt. Ein Quadrat wird ausgedruckt durch das Quadrat der Zahl der Theile, welche in der Seite enthalten ſind, und dieſe Seite durch die Wurzel aus der Zahl der Theile in dem Quadrate.

104. Zur mehrern Erläuterung betrachte man das Rechteck ABCD (Fig. 27.), worin die Grundlinie 9 Theile, die Höhe 4 Theile hat. Das Quadrat Abcd von einem ſolchen Theile iſt die Einheit zur Ausmeſſung des Rechtecks. Der Streifen ABcd enthält 9 Quadrate. Dieſer Streifen iſt 4 mahl in dem Rechtecke enthalten, alſo enthält das Rechteck 4 mahl 9 oder 36 Quadrate wie Abcd.

105. Ein Dreyeck, als die Hälfte eines Parallelogramms, das mit ihm einerley Grundlinie und Höhe hat, wird ausgedruckt durch das halbe Product aus der Grundlinie in die Höhe.

106. Ein Trapezium ABCD mit zwey parallelen Seiten AB, CD (Fig. 28.), zerfällt durch die Diagonale CB in zwey Dreyecke, die gleiche Höhe CE,

BF haben, weil die Abstände der parallelen Seiten AB, CD, oder die Perpendikel CE, BF, gleich sind (61.). Daher wird ein solches Trapezium ausgedruckt durch das halbe Product aus der Summe der Grundlinien AB und CD in die gemeinschaftliche Höhe CE.

107. Aufg. Eine vielseitige Figur wie das Fünfeck (Fig. 17.) auszurechnen, zerfälle man sie in Dreyecke, rechne jedes Dreyeck aus, und addire die einzelnen Producte.

Oder man zerfälle sie, wie (Fig. 29.), in Trapezia, indem man durch jede Ecke mit einer der Seiten, AB, Parallelen zieht, und berechne jedes Trapezium nach (106.). Hierbey ist die Bequemlichkeit, daß man nur ein Perpendikel EG ziehen darf; noch mehr aber, daß man sich der berechneten Stücke bedienen kann, um die Figur, wenn sie z. E. ein Stück Land ist, in gewisse vorgeschriebene Theile zu theilen, die durch zwey parallele Linien begränzt werden.

108. Die Längen mißt man durch Fuße, Zolle, Linien und Zehntheile von Linien, und durch Klaftern, Ruthen und Meilen. Ein Fuß pflegt die gewöhnliche Länge eines menschlichen Fußes etwas zu übertreffen. Jedes Land hat seine eigne Fußmaaße. Ein Fuß enthält 12 Zolle (oder Daumenbreiten), ein Zoll 12 Linien. Bequemer ist es, dem Fuß 10 Zolle, dem Zoll 10 Linien zu geben. Eine Klafter ist 6 Fuß, etwa die Länge eines gut gewachsenen Menschen; eine Ruthe gewöhnlich 12 Fuß, auch wol 16 Fuß, am bequemsten 10 Fuß. Eine Meile ist von sehr verschiedener Größe; eine geographische oder deutsche Meile, deren 15 auf einen Grad des mittlern Umfangs der Erde gehen, enthält 23660 rheinländische Fuß.

109. Das Quadrat eines Fußes ist ein Quadratfuß, eines Zolles ein Quadratzoll, einer Meile

Meile eine Quadratmeile. Nach dem Decimalmaaße hält ein Quadratfuß 100 Quadratzolle oder 10000 Quadratlinien; eine Quadratruthe 100 Quadratfuße. Nach dem Duodecimalmaaße enthält ein Quadratfuß 144 Quadratzolle oder 20736 (d. i. 144 mahl 144) Quadratlinien.

Man bezeichnet die Fuße durch (′), die Zolle durch (″), die Linien durch (‴), die Ruthen durch (°), z. E. 53° 7′ 8″ 3‴. Bey dem Flächenmaaße setzt man ein □ hinzu: z. E. 53° 67′ 128″ □.

110. Aufg. Ein Dreyeck ABC (Fig. 30.) in ein Parallelogramm zu verwandeln, ziehe man AD parallel mit BC, und CD parallel mit AB, theile AB in E in zwey gleiche Theile (49.), ziehe EF parallel mit BC, so ist das Parallelogramm AEFD gleich dem Dreyecke ABC (57. und 97.).

111. Aufg. Ein Parallelogramm ABEF (Fig. 24.) in ein anderes ihm gleiches ABCD zu verwandeln, das einen gegebenen Winkel DAB, aber noch dieselbe Grundlinie AB hat, ziehe man BC parallel mit AD, und verlängere BF bis an AD, so ist das Parallelogramm ABCD dem ABEF gleich (93.).

Ist ∠ DAB ein rechter, so ist das Parallelogramm in ein Rechteck verwandelt.

112. In dem Parallelogramm ABCD (Fig. 31.) ziehe man die Diagonale AC, und durch irgend einen Punct F derselben die Parallelen EH, IG mit den Seiten, so sind die Parallelogrammen EG, IH, durch welche die Diagonale nicht geht, einander gleich. — Denn es sind gleich die Dreyecke ACD, ACB; ferner FGC, FHC, wie auch AEF, AIF. Man ziehe FGC und AEF von ACD, so wie FHC und AIF von ACB ab, so bleibt gleiches übrig, nämlich die Parallelgorammen EG, IH.

113. Wegen der ähnlichen Dreyecke AIF, FHC ist AI : IF = FH : HC (78.), oder AI : FH = IF : HC. Es ist aber AI = EF und HC = FG, also EF : FH = FI : FG; oder von zwey gleichwinklichten und gleich großen Parallelogrammen sind die Seiten des einen die mittlern Glieder einer Proportion, deren äußere Glieder die Seiten des andern Parallelogramms sind.

114. Umgekehrt, wenn die Seiten zweyer gleichwinklichten Parallelogrammen sich auf diese Art verhalten, so sind die Parallelogrammen gleich groß. Denn jenes Verhältniß findet nur bey gleich großen Parallelogrammen Statt. Oder: wenn (Fig. 31.) EF : FI = FH : FG ist, so sind die Dreyecke AEF, CHF ähnlich, und die beiden Diagonalen AF, FC liegen in gerader Linie, daher die Parallelogrammen EG, IH gleich sind (112.).

115. In gleich großen Rechtecken oder Parallelogrammen verhalten sich die Grundlinien umgekehrt wie die Höhen (vergl. Arithm. 93.).

116. Überhaupt, wenn von zwey Verhältnissen, woraus das Verhältniß zweyer Größen zusammengesetzt wird, eines dem andern umgekehrt genommen gleich ist, so entspringt daraus das Verhältniß der Gleichheit. Oder: in den beiden Proportionen (100.) ist A = C, wenn m : n = q : p, weil alsdann mp = nq ist (Arithm. 82.).

117. Aufg. Ein Parallelogramm EFGD (Fig. 31.) in ein anderes zu verwandeln, das eine gegebene Seite FH hat, verlängere man DG, bis GC = FH; ziehe durch C und F die Linie CFA bis an die verlängerte DE in A, darauf CB und AB, jene mit AD, diese mit DC parallel, und endlich FI und FH als Verlängerungen von FG und FE. So ist das Parallelogramm IBHF, dessen eine Seite FH ist, dem EFGD gleich.

Die-

Diesem Parallelogramm kann man darauf jeden beliebigen Winkel geben (111.), z. E. einen rechten, und es in ein Rechteck verwandeln.

118. Dreyecke verwandelt man auf dieselbe Art in andere ihnen gleiche, die eine gegebene Seite haben.

119. Lehrs. Das Quadrat BCML der Hypotenuse BC eines rechtwinklichten Dreyecks ABC (Fig. 32.) ist so groß, als die Summe der Quadrate BAED und ACGF von den Katheten AB und AC.

Man verlängere die Seiten DE und GF der Quadrate von den Katheten, bis sie sich in H schneiden, ziehe in dem dadurch entstandenen Rechtecke AEHF die Diagonale HA, und verlängere sie bis an BC in K; ziehe mit dieser die Parallelen BL, CM, deren jene die Linie DH in L, diese die GH in M schneide, und ziehe noch LM. Zuerst ist zu beweisen, daß die Figur BCML ein Quadrat ist; zweytens, daß es der Summe der Quadrate BAED, ACGF, gleich ist.

I. Die Parallelen BL und AH zwischen den Parallelen LH und BA sind gleich (56.), eben so die Parallelen CM und AH zwischen den Parallelen AC, HM. Es sind also BL und CM sich gleich, auch parallel (31.); daher ist BCML ein Parallelogramm (58.), und LM = BC. Ferner ist das rechtwinklichte Dreyeck AEH oder AFH = △ BAC, weil AE = AB, und EH = AF = AC. Folglich ist LB oder CM = AH = BC, und das Parallelogramm BCML ist gleichseitig. Weiter ist ∠ LBA = LHA (56. II.); aber ∠ LHA oder EHA = BCA (35.), also LBA = BCA. Da nun ABC + BCA = R, so ist LBC = R, und das gleichseitige Parallelogramm BCML ist rechtwinklicht (30. nr. 3.), also ein Quadrat.

II. Das Quadrat BAED = Parallelogramm BAHL (93.), und dieses ist gleich dem Rechtecke

BLKI, welches dieſelbe Grundlinie BL und Höhe BK hat. Eben ſo iſt das Quadrat ACGF = Parallelogramm ACMH = Rechtecke CMIK. Die Summe der beiden Rechtecke iſt das Quadrat BCML der Hypotenuſe, welches alſo der Summe der Quadrate von den Katheten gleich iſt.

120. Die Erfindung dieſes wichtigen Satzes ſchreibt man dem Pythagoras zu, daher er auch der pythagoräiſche Lehrſatz heißt. Man hat mancherley Beweiſe deſſelben. Der, den Euklides gegeben hat, wird in den meiſten Lehrbüchern angetroffen, weswegen ich ihn hier nicht wiederholen wollte. Nach der Methode des hier mitgetheilten Beweiſes kann man irgend zwey Parallelogrammen, die über den Seiten AB und AC beſchrieben ſind, in ein einziges über der Seite BC verwandeln, wobey der Winkel BAC willkürlich iſt, ſo daß BC nach Gefallen kann angenommen werden.

121. Durch Hülfe dieſes Lehrſatzes kann man Quadrate zu einander addiren und von einander ſubtrahiren. Setzt man die Seiten zweyer Quadrate, wie AB, AC, rechtwinklicht zuſammen, ſo giebt die Hypotenuſe BC die Seite des Quadrats, welche ſo groß iſt als die Summe jener beiden; zu dieſem Quadrate kann man ein drittes u. ſ. f. addiren. Dadurch erhält man die Seiten der Quadrate, welche 1, 2, 3, 4 mahl u. ſ. f. ſo groß ſind als ein gegebenes Quadrat. Dieſes ſey ABCD (Fig. 33.). Man ziehe AM ſenkrecht auf AB, und nehme A 1 = AB, ziehe B 1 und mache A 2 = B 1; ferner A 3 = B 2; darauf A 4 = B 3; weiter A 5 = B 4 u. ſ. f. Der Maaßſtab AM iſt in der Viſirkunſt, oder in der Ausmeſſung der Fäſſer, von Nutzen.

Will man ein Quadrat von dem andern subtrahiren, so nehme man auf dem einen Schenkel des rechten Winkels BAC (Fig. 32.) die Seite AC des kleinern Quadrats, beschreibe aus C mit der Seite des größern BC, einen Kreisbogen, welcher auf dem andern Schenkel AB die gesuchte Seite abschneidet.

122. In der Zeichnung (Fig. 33.) ist B 1 gleich der Quadratwurzel aus 2; B 2 der Wurzel aus 3; B 3 der Wurzel aus 4; B 4 der Wurzel aus 5 (103.) u. s. w., für die Einheit AB. Die Geometrie stellt also Irrationalgrößen, ohne Fehler, im Ganzen auf einmal dar, da die Arithmetik sie nicht völlig genau angeben kann (vergl. 75.).

123. Zuweilen sind die Seiten und die Quadrate zugleich rational. Z. E. es sey (Fig. 32.) AC = 3, AB = 4, so ist BC = 5. Denn 9 + 16 = 25, woraus die Wurzel 5 ist. Dieses giebt ein Mittel, auf dem Felde einen rechten Winkel geschwind und richtig zu zeichnen, oder auf der Zulage eines Zimmerwerkes eine Säule senkrecht auf ihren Balken zu stellen.

124. Ähnliche Dreyecke verhalten sich wie die Quadrate ihrer gleichnamigen Seiten.

Es seyn (Fig. 34.) die Dreyecke ABC, ADE ähnlich, indem DE parallel mit BC ist. Die Linie AFG sey senkrecht auf BC, und daher auch auf DE (30.), so ist BC : DE = AB : AD (73.), wie auch AB : AD = AG : AF (69.); folglich BC : DE = AG : AF, das ist, die Grundlinien verhalten sich wie die Höhen. Nun verhalten sich die Dreyecke wie die Producte aus den Zahlen, wodurch ihre Grundlinien und Höhen ausgedruckt werden (102.), also △ ABC : △ ADE = BC × AG : DE × AF. Das Verhältniß

dieſer Producte wird nicht geändert, wenn man ſtatt der Factoren AG, AF, die ihnen proportionalen BC, DE ſetzt, weil BC und DE, jene aus AG, dieſe aus AF, auf dieſelbe Art durch die Multiplication und Diviſion entſtehen, folglich durch dieſe Vertauſchung die beiden Producte mit derſelben Zahl multiplicirt und dividirt werden. Demnach iſt $\triangle ABC : \triangle ADE = BC \times BC : DE \times DE$. Die Quadrate der Linien BC und DE verhalten ſich auch wie $BC \times BC : DE \times DE$ (101.); alſo die Dreyecke wie die Quadrate von BC und DE.

Anſtatt BC und DE kann man aus eben dem Grunde die ihnen proportionalen AB und AD oder AC und AE ſetzen. Demnach verhalten ſich die Dreyecke auch wie die Quadrate von AB und AD, oder von AC und AE.

125. Überhaupt, wenn

$$m : n = A : B$$
$$p : q = B : C$$

und zugleich $m : n = p : q$, ſo wird das Verhältniß $A : C$ aus den gleichen Verhältniſſen $m : n$ und $m : n$ (oder auch $p : q$ und $p : q$) zuſammengeſetzt, oder iſt das zweyfache, das duplicirte, von $m : n$ (oder $p : q$). Oder: das Verhältniß $A : C$ iſt das Verhältniß der Quadrate von den Zahlen m und n oder p und q (100.). Dieſes iſt der Fall bey ähnlichen Dreyecken und Parallelogrammen, in welchen die Verhältniſſe der Höhen und Grundlinien, woraus das Verhältniß derſelben zuſammengeſetzt wird (101.), gleich ſind.

III. Wenn vier Zahlen m, n, p, q, proportional ſind, ſo ſind auch ihre Quadrate proportional. Das Verhältniß der Quadrate von m und n, oder p und q, iſt dasjenige, welches aus den Verhältniſſen

m : n

m : n und p : q zusammengesetzt wird, folglich dasselbe. Daher ist es gleichgültig, welches Paar gleichnamiger Seiten man in ähnlichen Dreyecken nimmt, um die Dreyecke mittelst derselben zu vergleichen.

126. Ähnliche geradlinichte Figuren verhalten sich wie die Quadrate ihrer gleichnamigen Seiten (der zwischen denselben Winkeln liegenden). — Die Figuren ABCDE, abcde (Fig. 17. und 17*), seyn ähnlich, so zerfallen sie in ähnliche Dreyecke (87.). Diese Dreyecke, wenn man je zwey in der gehörigen Ordnung nimmt, wie ADC, adc, verhalten sich wie die Quadrate ihrer gleichnamigen Seiten DC : dc (124.), oder auch wie die Quadrate von AB und ab, welche jenen proportional sind (125. II.). Daher verhalten sich auch die ganzen Figuren wie die Quadrate von einem Paar gleichnamiger Seiten, wie AB und ab.

Nimmt man also eine Seite einer Figur 2, 3, 4 mahl größer, und zeichnet über derselben eine ähnliche, so wird diese 4, 9, 16 mahl größer.

VI. Vom Kreise.

127. I) Ein Perpendikel CD (Fig. 35.) aus eines Kreises Mittelpuncte C auf die Sehne AB halbirt sie. II) Eben dieses Perpendikel halbirt auch den Winkel ACB. III) Eine Linie, die aus dem Mittelpuncte durch die Mitte D der Sehne gezogen wird, steht auf sie senkrecht. IV) Eine Linie, die auf die Sehne durch ihre Mitte senkrecht gezogen wird, geht durch den Mittelpunct.

Der erste und zweyte Satz folgt aus (45.), der dritte aus (44.), der vierte erhellet daher, daß durch denselben Punct D einer Linie nicht zwey Perpendikel auf diese Linie gesetzt werden können.

128.

128. Aufg. Durch drey Puncte A, B, F. (Fig. 35.), die nicht in gerader Linie liegen, einen Kreis zu ziehen, halbire man die Linien AB, BF, als Chorden des zu zeichnenden Kreises, jene in D, diese in G (49.), und ziehe durch D und G die senkrechten DC, GC (46.), deren Durchschnitt C der gesuchte Mittelpunct ist. — Den Grund dieses Verfahrens giebt (127. IV.).

129. Der Kreis ist nach der geraden Linie die einfachste Linie, weil derselbe durch drey Puncte bestimmt wird, da andere krumme Linien mehrere Puncte zu ihrer Zeichnung erfordern.

130. I. Gleiche Chorden AE, BE, (Fig. 35.) gehören zu gleichen Winkeln am Mittelpuncte, und umgekehrt. II. Zu gleichen Chorden oder Winkeln am Mittelpuncte gehören gleiche Bogen und Sectoren, und umgekehrt.

Der erste Satz erhellet aus (44. und 35.); der zweyte folgendergestalt: Man lege die gleichen Dreyecke ACE, BCE auf einander, den Punct A auf B, und E auf E, so müssen auch die Bogen AE, EB auf einander fallen, weil ihre Puncte alle gleichweit von C entfernt sind; folglich auch die Sectoren. Sind aber die Bogen gleich, so können die Winkel nicht ungleich seyn, weil sonst gleichen Winkeln ungleiche Bogen zugehören würden.

131. Aufg. Einen Bogen AEB (Fig. 35.) zu halbiren, theile man den Winkel desselben ACB in zwey gleiche Theile, nach (50.), oder fälle das Perpendikel CDE auf die Chorde AB.

132. Zwey Bogen eines Kreises, wie AB, AD (Fig. 36.), verhalten sich wie die dazu gehörigen Winkel ACB, ACD. — Denn man theile den Bogen

AB

AB durch die fortgesetzte Halbirung in eine Anzahl gleicher Theile, so wird dadurch der Winkel ACB in eben so viele gleiche Winkel getheilt. Fällt nun ein Theilungspunct in D, so enthält der Winkel ACD eben so viele gleiche Winkel, als der Bogen AD Theile faßt. Folglich ist AB : AD = ∠ ACB : ∠ ACD. — Fällt aber kein Theilungspunct in D, so kann man doch durch fortgesetzte Halbirung dem Puncte D so nahe kommen, als man will, und es bleibt die Zahl, wodurch AD sowohl als ACD, jene mittelst AB, diese mittelst ACB ausgedruckt wird, immer zwischen denselben Gränzen eingeschlossen, also muß sie dieselbe für beide seyn, das ist, es entsteht AD aus AB wie ACD aus ACB.

Der Beweis in (69.) kann hier auch angewandt werden.

133. Darum bedient man sich der Kreisbogen, um Winkel dadurch auszudrucken. Der Umfang des Kreises wird in 360 Theile oder **Grade** eingetheilt, weil man in der ältesten Astronomie die Sonnenbahn am Himmel in so viele Theile getheilt hat, nach den 360 Tagen des ältesten Jahres, 30 Tage auf jeden der 12 Monate gerechnet. Ein rechter Winkel hält also 90 Grad. Ein Grad wird in 60 Minuten, eine Minute in 60 Secunden, eine Secunde in 60 Tertien eingetheilt. Die Grade bezeichnet man durch (°), die Minuten durch (′), die Secunden durch (″), die Tertien durch (‴). Z. E. 57° 27′ 44″ 48‴, sehr nahe die Größe eines Bogens, der so groß als der Halbmesser ist.

Es ist gleichgültig, wie groß man den Halbmesser nimmt. In einem größern Kreise sind die Grade größer, in einem kleinern kleiner, die Winkel zu derselben Anzahl von Graden, Minuten ꝛc., sind immer gleich.

gleich. Der Transporteur ist ein in 180 Grade eingetheilter Halbkreis, der zur Messung und Abstekkung der Winkel dient.

134. Eine Linie TAt (Fig. 37.), welche auf den Durchmesser AB durch desselben Endpunct A senkrecht steht, berührt den Kreis, d. i. sie hat außer dem Puncte A keinen mit ihm gemein, und liegt ganz außerhalb desselben. — Denn man ziehe eine beliebige CD aus dem Mittelpuncte an AT, so ist CD größer als CA, weil jene dem rechten Winkel A, diese dem spitzen D gegen über steht (42); also liegt D außerhalb des Kreises.

135. Eine jede andere Linie AE durch A schneidet den Kreis noch einmal in E, aber in nicht mehr Puncten als den beiden A, E. — Denn da sie auf AC nicht senkrecht steht, so lasse man das Perpendikel CF auf AE, nehme FE = AF, so ist CE = AC (35.); also ist E im Umfange des Kreises. Noch eine dem Halbmesser gleiche Linie kann nicht an AE gezogen werden, weil auf jeder Seite von CF dasselbe rechtwinklichte Dreyeck nur einmahl möglich ist (45.). — Daher steht eine berührende Linie nothwendig auf das Ende des Halbmessers senkrecht.

136. Erkl. Ein Winkel am Mittelpuncte ist derjenige, dessen Spitze oder Scheitel in den Mittelpunct fällt; ein Winkel an der Peripherie ist derjenige, dessen Spitze in der Peripherie liegt.

137. Ein Winkel an der Peripherie ist halb so groß als der Winkel am Mittelpuncte, der mit ihm auf demselben Bogen steht. Es giebt hier drey Fälle (Fig. 38.).

I. Der Mittelpunct C liege auf einem der Schenkel des Winkels an der Peripherie, wie bey dem Winkel

kel BAE. Man ziehe CB, so ist ∠ BCE = BAC + B = 2 BAC (38.).

II. Der Mittelpunct falle zwischen die Schenkel des Winkels, wie bey BAD. Man ziehe BC, CD und durch C die Linie AE, so ist ∠ BCE = 2 BAE, und DCE = 2 EAD, also BCE + DCE = 2 BAE + 2 EAD, das ist BCD = 2 BAD.

III. Der Mittelpunct falle außerhalb der Schenkel des Winkels wie bey FAB. Man ziehe die Halbmesser BC und FC, ferner AE durch C, so ist FCE = 2 FAE; BCE = 2 BAE, also FCE — BCE = 2 FAE — 2 BAE, das ist FCB = 2 FAB.

138. Wenn der Winkel an der Peripherie BAD (Fig. 39.) auf dem Halbkreise BED steht, so ist er ein rechter. — Denn man ziehe den Durchmesser ACE, so ist BCE = 2 BAE, und ECD = 2 EAD, also BCE + ECD = 2 BAE + 2 EAD; aber BCE + ECD = 2 R, also BAE + EAD = R oder BAD = R.

139. Ein Winkel an der Peripherie, der in dem kleinern Abschnitte des Kreises enthalten ist, oder auf dem größern Theile des Umfanges steht, ist ein stumpfer; wenn er in dem größern Abschnitte enthalten ist, oder auf dem kleinern Theile des Umfanges steht, ein spitzer; der in dem Halbkreise enthaltene ein rechter.

140. Alle Winkel an der Peripherie, die auf demselben Bogen stehen, sind gleich. Denn sie sind jeder halb so groß, als der zu dem Bogen gehörige Winkel am Mittelpuncte.

141. Über einer gegebenen Linie BD, als Hypotenuse (Fig. 39.), ein rechtwinklichtes Dreyeck zu zeichnen, beschreibe man über BD den Halbkreis BAD, so thut jeder Punct A des Umfanges der Aufgabe eine Genüge.

142.

142. Aufg. Zwischen zwey Linien BF, FD (Fig. 39.) die mittlere geometrische Proportionallinie zu finden, beschreibe man über der Summe beider BD den Halbkreis BAD, setze durch F auf BD das Perpendikel AF, so ist AF die gesuchte Linie. — Denn BAD ist ein bey A rechtwinklichtes Dreyeck, also BF : FA = FA : FD (85.).

Oder wenn die beiden gegebenen Linien BD und BF sind, so beschreibe man über der größern BD den Halbkreis BAD, setze auf BD durch F die senkrechte AF, ziehe BA, so ist diese die gesuchte mittlere Proportionallinie zwischen BD und BF (85.).

143. Das Quadrat von AF ist daher dem Rechtecke von den beiden Linien BF, FD, gleich (114.). Daraus erhellt, wie man ein Rechteck in ein Quadrat verwandeln könne.

144. Wenn zwey Chorden AB, CD, (Fig. 40.) sich innerhalb des Kreises in E schneiden, so sind die Segmente der einen die mittlern Glieder einer Proportion, in welcher die äußern Glieder die Segmente der andern sind, oder es ist EA : EC = ED : EB.

Man ziehe CA, DB, so ist ∠ ACD = ABD (140.), und ∠ AEC = BED, also die Dreyecke AEC, DEB, ähnlich (78.), folglich EA : EC = ED : EB (82.).

145. Schneiden sich die Chorden außerhalb des Kreises (Fig. 41.), so ist ebenfalls EA : EC = ED : EB. — Denn man ziehe CA und DB, so sind in den Dreyecken EAC, EDB, die Winkel C und B gleich, und E ist beiden gemein, also sind die Dreyecke ähnlich, woraus die Proportion folgt.

146. Wenn EC von EB weiter abwärts rücket, so wird zuletzt aus einer schneidenden Linie eine berüh-

rende

rende EF, und die beiden Segmente werden sich gleich, daher EA : EF = EF : EB, welches sich auch unabhängig von (145.) erweisen läßt.

147. Der Umfang eines Kreises (Fig. 42.) sey in eine gewisse Anzahl gleicher Theile getheilt, so sind die Chorden dieser gleichen Bogen gleich (130.), und die Winkel dieser Chorden sind gleich, weil sie alle auf gleich großen Bogen stehen. Daraus entsteht ein reguläres Vieleck, das lauter gleiche Seiten und gleiche Winkel hat. Zieht man nach dem Mittelpuncte O hin die Halbmesser AO, BO etc., so zerfällt dadurch das Vieleck in lauter gleichschenklichte und gleiche Dreyecke; die Halbmesser halbiren die Winkel der Chorden, und schließen am Mittelpuncte gleiche Winkel ein.

148. Ist ABCDEF ein reguläres Vieleck, so halbire man zwey Winkel, wie A und B, durch die Linien AO, BO. Durch den Durchschnittspunct O ziehe man an jeden Winkelpunct die Linien, wie OC, OD etc., so wird das Vieleck dadurch in so viele gleiche gleichschenklichte Dreyecke getheilt, als Seiten da sind. Daher läßt sich aus der gemeinschaftlichen Spitze O ein Kreis durch die Winkelpuncte des regulären Vielecks beschreiben.

149. Erkl. Der Winkel ABC oder BCD etc. heißt der Polygonwinkel, der Winkel AOB oder BOC etc. der Centriwinkel.

150. Aufg. Der Polygonwinkel wird gefunden, wenn man die Zahl von zweymahl so viel rechten Winkeln, als Seiten da sind, um 4 vermindert, und den Rest durch die Zahl der Seiten dividirt (63.); der Centriwinkel, wenn man vier rechte durch die Zahl der Seiten dividirt. Die Summe des Polygonwinkels und des Centriwinkels ist zwey rechten gleich.

151. Die Seite des Sechsecks (Fig. 42.) ist dem Halbmesser des Kreises gleich. — Denn der Po-

lygonwinkel ABC ist 8 rechten, dividirt durch 6, gleich, das ist 120 Grad, die Hälfte desselben ABO ist 60 Gr. So groß ist auch der Centriwinkel AOB, daher ist das Dreyeck AOB, in welchem auch OAB = OBA ist, gleichseitig.

Hieraus läßt sich ein Sechseck sehr leicht in einem Kreise verzeichnen.

152. Aufg. Ein gleichseitiges Dreyeck BDF (Fig. 42.) in einem Kreise zu beschreiben, zeichne man zuerst das Sechseck ABCDEF, und verbinde darauf die Eckpuncte B und D, D und F, F und B, durch gerade Linien.

Die Seite DB halbirt den Halbmesser OC, und steht senkrecht auf demselben (49. und 47.).

153. Aufg. Ein reguläres Viereck in einem Kreise zu zeichnen, setze man zwey Durchmesser senkrecht auf einander, und verbinde die Endpuncte derselben durch gerade Linien.

154. Aufg. Ein reguläres Fünfeck ABCDE (Fig. 43.) in einem Kreise zu beschreiben, setze man auf den Durchmesser AI den Halbmesser OG senkrecht, halbire AO in F, ziehe FG, und nehme FH = FG, ziehe hierauf GH, so ist GH die Seite des Fünfecks. Auch ist HO die Seite des Zehnecks in demselben Kreise. — Die Beweise lassen sich hier nicht geben.

155. Der Centriwinkel des Funfzehnecks ist 24 Grad, der Unterschied der Centriwinkel des Sechsecks und des Zehnecks, woraus sich also das Funfzehneck zeichnen läßt.

156. Durch die fortgesetzte Halbirung des Centriwinkels erhält man aus der Seite des Sechsecks die des Zwölfecks, des Vierundzwanzigecks u. s. f., aus der Seite des Vierecks die des Achtecks, des Sechszehnecks u. s. f., aus der Seite des Fünfecks die des Zehnecks, des Zwanzigecks u. s. f., aus der Seite des

Funf-

Funfzehnecks die des Dreyßigecks, des Sechzigecks u. s. f. Außer diesen Vielecken kann man keine geometrisch verzeichnen, es sey denn auf eine sehr künstliche Art, sondern nur mechanisch.

157. Aufg. Über einer gegebenen Seite ein Vieleck von einer gewissen Anzahl Seiten zu beschreiben, verzeichne man erst in einem beliebigen Kreise ein solches Vieleck, trage aus diesem den halben Polygonwinkel an die Endpuncte der gegebenen Seite, so entsteht ein gleichschenklichtes Dreyeck, dessen Schenkel der Halbmesser des Kreises sind, in welchem die gegebene Seite sich so oft herumtragen läßt, als das Vieleck Seiten haben soll.

158. Man kann eben dieses mit dem Transporteur oder irgend einem Winkelmesser praktisch verrichten, oder man berechnet auch die Größe der Seite aus dem Halbmesser, und diesen aus jener, um dadurch die Vielecke mittelst eines Maaßstabes verzeichnen zu können. Dazu dient folgende Tafel.

Zahl der Seiten	Centriwinkel	Polygonwinkel	Seite für den Halbmesser 10000	Halbmesser für die Seite 10000	Chorde des doppelten Bogens für die Polygonseite 10000
III	120°	60°	17320	5774	10000
IV	90	90	14142	7071	14142
V	72	108	11756	8507	16180
VI	60	120	10000	10000	17320
VII	$51\frac{3}{7}$	$128\frac{4}{7}$	8678	11524	18019
VIII	45	135	7654	13066	18477
IX	40	140	6840	14619	18794
X	36	144	6180	16180	19021
XI	$32\frac{8}{11}$	$147\frac{3}{11}$	5635	17747	19190
XII	30	150	5176	19318	19318

Z. E. Man wollte in einem Kreise ein Siebeneck zeichnen, so sage man: wie 10000 zu 8678, so der gegebene Halbmesser zu der Seite des Siebenecks. Sie ist sehr nahe die Hälfte der Seite des Dreyecks. Oder sucht man den Halbmesser, so sage man, wie 10000 zu 11524, so die gegebene Seite zu dem Halbmesser. Oder man zeichnet ein gleichschenklichtes Dreyeck, dessen Schenkel und Grundlinie das Verhältniß 10000 zu 18019 (oder abgekürzt, 100 zu 180) haben, so hat man den Polygonwinkel zwischen den Schenkeln des Dreyecks. Diese letztere Methode ist insbesondere auf dem Felde bey Anlegung von Schanzen brauchbar.

159. Wenn man durch die Endpuncte der gleichen Bogen, in welche der Umfang getheilt ist, Berührungslinien zieht (134.), so bilden diese Linien gleichfalls ein reguläres Vieleck, welches um den Kreis beschrieben ist.

160. Reguläre Figuren von gleicher Anzahl Seiten sind ähnliche Figuren (76.). Die Seiten verhalten sich wie die Halbmesser der Kreise, in welche sie eingeschrieben sind, wegen der ähnlichen Dreyecke, in welche sie zerfallen. Also verhalten sich auch die Umfänge, als gleiche Vielfache dieser Seiten, wie die Halbmesser oder Durchmesser der umschriebenen Kreise. — Die Flächen verhalten sich wie die Quadrate der Seiten oder der Halbmesser (126.).

161. Je größer die Anzahl der Seiten, desto mehr nähert sich der Umfang des Vielecks dem umschriebenen Kreise. Das Verhältniß der Umfänge der Vielecke von gleich vielen Seiten nähert sich also immer mehr dem Verhältnisse der Umfänge der Kreise; daher verhalten sich die Umfänge der Kreise wie die Halbmesser oder Durchmesser.

162. Der Inhalt eines der Dreyecke, worin ein reguläres Vieleck aus dem Mittelpuncte getheilt wird, wird ausgedruckt durch das halbe Product aus der Grundlinie oder der Seite des Vielecks in die Höhe, oder in das Perpendikel aus dem Mittelpuncte auf die Seite des Vielecks (105.), wie in Fig. 42. das Dreyeck AOB durch das halbe Product aus AB in OK; das ganze Vieleck folglich durch das halbe Product aus dem Umfange in das gedachte Perpendikel. Je größer die Anzahl der Seiten wird, desto mehr nähert sich der Umfang des Vielecks dem Umfange des Kreises, und das Perpendikel dem Halbmesser; also nähert sich der Inhalt des Vielecks immer mehr dem halben Producte aus dem Umfange des Kreises in den Halbmesser. Es nähert sich aber auch immer mehr dem umschriebenen Kreise. Also muß die Kreisfläche durch jene Gränze, das halbe Product aus dem Umfange in den Halbmesser, ausgedruckt werden.

Oder: der Kreis ist gleich einem Dreyecke, dessen Grundlinie der Umfang, die Höhe der Halbmesser ist.

163. Kreisflächen verhalten sich wie die Quadrate ihrer Halbmesser, eben so wie die eingeschriebenen regulären Vielecke, wovon sie die Gränzen sind.

164. Könnte man den Umfang des Kreises in eine gerade Linie geometrisch genau verwandeln, so könnte man die Kreisfläche in ein Dreyeck, das Dreyeck in ein Parallelogramm (110.), und dieses in ein Quadrat (143.) verwandeln. Solchergestalt hätte man die von so vielen vergeblich gesuchte und irrig angegebene **Quadratur des Kreises.** Aber geometrisch genau läßt sich der Kreis nicht rectificiren; arithmetisch inzwischen so genau, als man es nur je verlangen mag. Der erste, welcher den Umfang des Kreises berechnet

hat, der scharfsinnige Archimedes, verfuhr so, daß er den Umfang sowohl eines in den Kreis eingeschriebenen, als eines um den Kreis beschriebenen Vielecks von 96 Seiten, berechnete. Dieses ist durch Hülfe des pythagoräischen Lehrsatzes möglich. Nun ist jener Umfang kleiner als der Umfang des Kreises, dieser ist größer. Er fand also zwey, aber noch ziemlich entfernte Gränzen für den Umfang des Kreises, nämlich $3\frac{10}{71}$ und $3\frac{1}{7}$, wenn der Durchmesser Eins ist, das ist, 1561 und 1562, wenn der Durchmesser 497 Theile hat. Die erste liegt dem Kreise näher. Man nimmt in gemeinen Rechnungen das Verhältniß des Durchmessers zum Umfange wie 7 : 22, oder wie 100 : 314, welches letztere aber wirklich nicht so genau ist als jenes, und den Umfang zu klein angiebt, so wie jenes denselben zu groß macht. Ein ziemlich genaues Verhältniß ist das 113 : 355, wobey der Fehler nur etwa $\frac{1}{4}$ eines Milliontheilchens des Durchmessers zuviel beträgt. Noch genauer ist es 1 : 3,141592653589, oder auch, 0,318309886183 : 1, welches letztere nützlich ist, wenn man den Durchmesser aus dem Umfange sehr genau sucht. In beiden nimmt man so viel Ziffern, als nach dem Maaße der Genauigkeit nöthig sind.

Man hat die Berechnung des Umfanges unglaublich weit getrieben, bis auf 127 Decimalstellen für den Halbmesser Eins, das ist, bis auf einen Bruch, dessen Zähler eine einzelne Ziffer, der Nenner eine Eins mit 127 Nullen ist. Dieses würde zureichen, einen Kreis, auf dessen Durchmesser eine abgeschossene Kanonenkugel mit unveränderter Geschwindigkeit eine unaussprechliche Zahl von Jahrtausenden zubrächte, ohne einen Fehler eines Zolles zu berechnen. Die einfältigen Quadraturkrämer wissen es gar nicht, wie genau der Umfang des Kreises berechnet ist. Man gedenke

denke sich eine Kugel A, welche unsere Erdkugel so oft enthält, als diese Sandkörner fassen könnte (man nehme 10 Quinquillionen), ferner eine B, die A eben so oft enthält, noch eine dritte C, die B eben so oft enthält, und noch eine D, die so groß ist, als 1000 C. Der Umfang eines Kreises ist bis auf ein Theilchen des Durchmessers berechnet, das in Vergleichung mit demselben nicht größer ist, als ein kleines Sandkorn gegen die Kugel D. Die Berechnung hat Vega nach einer neuen Methode wiederholt und bestätigt, mit Verbesserung einer einzigen unrichtigen Ziffer (der 113ten); auch hat er sie noch 14 Decimalstellen weiter fortgesetzt.

165. Nimmt man den Durchmesser zur Einheit, so wird die Kreisfläche ausgedruckt durch das Product aus dem vierten Theile desselben in den Umfang (162.), das Quadrat des Durchmessers aber durch Eins. Daher verhält sich dieses zu der Kreisfläche wie 1 zu 0,785 oder 1000:785, wenn man sich mit dem Verhältnisse 100:314 für den Durchmesser und den Umfang begnügt. Genauer aber wie 10000:7854, und noch genauer wie 452:355. Das Verhältniß 14:11 kann man in gemeinen Rechnungen auch gebrauchen. Z. E. der Durchmesser halte 274 Fuß, so ist die Peripherie 860 Fuß 8 Zoll decim. als die vierte Proportionalzahl zu 113, 355 und 274; die Kreisfläche 58964 Quadratfuß, als die vierte Proportionalzahl zu 452, 355 und 75076, dem Quadrat von 274.

VII. Die Stereometrie, oder Ausmessung der Körper.

166. Durch eine gerade Linie AB (Fig. 44.) kann man unzählig viele Ebenen, wie ABDC, ABFE, legen. Nimmt man einen dritten Punct C außer der

unbegränzten Linie AB an, so ist dadurch die Lage der Ebene ABCD bestimmt.

167. Zwey Ebenen, die einander schneiden, schneiden sich in einer geraden Linie. Denn geschähe es in einer krummen, so könnte man auf derselben drey Puncte nehmen, die nicht in gerader Linie sind, und durch diese drey Puncte würden zwey verschiedene Ebenen gehen, wider (166.).

168. Erkl. Der Winkel, den zwey Ebenen ABCD, ABEF (Fig. 44.) mit einander machen, wird gemessen durch den Winkel EAC zweyer Linien CA, EA, die auf den gemeinschaftlichen Durchschnitt AB senkrecht gezogen sind. Es ist einerley, wo man diese Perpendikel zieht. Die in B auf AB senkrecht gezogenen DB, FB. machen denselben Winkel, wie die in A. Eine Ebene ist so gleichförmig ausgedehnt, daß parallele Streifen auf derselben einerley Lage gegen einander haben.

169. Erkl. Ist der Winkel der beiden auf den Durchschnitt zweyer Ebenen gefällten Perpendikel ein rechter, so stehen die Ebenen senkrecht auf einander.

170. Erkl. Eine Linie ist gegen eine Ebene geneigt, wenn sie mit irgend einer Linie in dieser Ebene einen schiefen Winkel macht. So ist (Fig. 44.) EA gegen CABD geneigt, weil sie mit CA einen spitzen Winkel EAC macht. — Den Neigungswinkel messe man auf folgende Art: Es sey BA eine auf EA senkrechte in der Ebene BAC, und CA senkrecht auf BA, so ist EAC der Neigungswinkel.

171. Ist dieser Neigungswinkel EAC (Fig. 45.) ein rechter, so steht EA senkrecht auf die Ebene ABCD, das ist, sie macht mit jeder Linie AD, die auf dieser Ebene durch A gezogen wird, einen rechten Winkel EAD. — Nicht allein aber, wenn eine Linie EA auf

zwey

zwey in einer Ebene CAB sich senkrecht schneidende Linien senkrecht ist, steht dieselbe auf diese Ebene senkrecht, sondern auch, wenn sie auf irgend zwey Linien, wie AC, AD, in einer Ebene senkrecht steht.

172. Jede Ebene AEFB (Fig. 45.), die durch eine auf die Ebene BACD senkrechte Linie AE gelegt wird, steht senkrecht auf diese Ebene. II. Wenn die Ebene AEFB senkrecht auf die Ebene BACD steht, so steht die auf den Durchschnitt beider Ebenen AB senkrechte EA senkrecht auf die Ebene BACD. III. Die Durchschnittslinie AE zweyer auf die Ebene BACD senkrechten Ebenen AEFB, AEGD, steht senkrecht auf jene Ebene.

173. Erkl. Eine Linie ist parallel mit einer Ebene, wenn sie, so weit sie auch verlängert wird, diese Ebene nicht trifft. Sie kann sie nicht treffen, wenn sie mit irgend einer Linie in derselben parallel ist.

174. Eine Linie AB (Fig. 46.) sey parallel mit der Ebene CDFE. Man lege durch sie zwey Ebenen ABHG und ABKI, welche jene Ebene in GH und IK schneiden, so sind GH und IK sowohl mit AB als unter sich parallel. II. Der Durchschnitt AB zweyer Ebenen ABKI und ABHG, die durch die Parallelen GH und IK gelegt sind, ist parallel mit diesen GH und IK, und der Ebene CDFE, worin dieselben liegen. III. Wenn zwey Linien, GH, IK, einer dritten AB parallel sind, so sind sie einander selbst parallel.

175. Zwey Linien EA, FB (Fig. 45.), die auf dieselbe Ebene BACD senkrecht stehen, sind einander parallel. II. Wenn von zwey Parallelen eine senkrecht auf eine Ebene steht, so steht die andere auch darauf senkrecht *).

*) Alle hier vorgetragenen Sätze von der Lage der Linien und Ebenen sind nothwendig, wenn man sich deutliche

176. Wenn zwey Ebenen, wie ABDC, ABFE (Fig. 47.) einander schneiden, so steht eine Linie, die auf eine derselben senkrecht ist, nicht auf die andere zugleich senkrecht. — Denn es sey von irgend einem Puncte E der letztern auf die erstere das Perpendikel EG herabgelassen; in dem Durchschnitte der Ebenen AB nehme man irgend einen Punct H, ziehe EH und GH, so ist das Dreyeck EGH bey G rechtwinklicht, weil EG senkrecht auf die Ebene ABCD ist, folglich ist EG gegen HE unter einem spitzen Winkel geneigt, also auch gegen die Ebene ABFE.

177. Steht eine Linie auf zwey Ebenen senkrecht, so sind diese parallel, oder schneiden sich nicht.

178. Wenn die Linien DE, DF, (Fig. 48.) jene der AB, diese der AC in einer andern Ebene parallel sind, und diese letztern sich in A schneiden, so sind die Ebenen EDF, BAC, parallel. — Denn wenn sie sich schneiden sollten, so müßte es in einer Linie geschehen, die sowohl mit BA als mit CA parallel wäre (174. II.), welches unmöglich ist.

179. Der Winkel EDF jener Linien ist dem BAC gleich. — Denn man nehme DE = AB und DF = AC, ziehe auch BC und EF: so ist BADE ein Parallelogramm, wegen der gleichen Parallelen AB, ED (58.), desgleichen DACF. Folglich sind EB, CF, gleich, weil sie der DA gleich sind; auch parallel, weil sie dieser DA parallel sind (174. III.): also

Begriffe von der Entstehungsart der geometrischen Körper machen, und die Beweise der Geometrie in solchen Fällen, wo die Linien nicht in einer und derselben Ebene liegen, fassen will, wie z. B. in der Astronomie, Perspectiv u. m. Die Beweise würden hier zu viel Platz weggenommen haben, ob sie gleich einzeln kurz genug sind, den strengen Beweis von (171.) ausgenommen. Die Sätze sind so geordnet, wie sie aus einander folgen.

also ist EBCF ein Parallelogramm, daher EF = BC, folglich das Dreyeck BAC = EDF (44.) und der Winkel BAC = EDF.

180. Der Körper ABCFDE ist ein dreyeckiges Prisma, das zwischen zwey gleichen und parallelen Dreyecken als Grundflächen, und drey Parallelogrammen als Seitenflächen eingeschlossen ist.

181. Erkl. Ein Prisma ist ein Körper, der zwischen zwey gleichen und ähnlichen geradlinichten sich parallelen Figuren als Grundflächen, und so viel Parallelogrammen, als die Grundfläche Seiten hat, als Seitenflächen, eingeschlossen ist. Die Seiten der Parallelogrammen, zwischen den beiden Grundflächen, heißen die Seitenlinien des Prisma. Nach der Anzahl der Seitenflächen oder Seitenlinien benennt man die Prismen. — Die Höhe eines Prisma ist das Perpendikel, welches von einer Grundfläche auf die andere gelassen wird.

182. Die Entstehungsart dieser Körper ist wie die eines dreyeckigen Prisma. Nämlich durch einen Winkelpunct der Grundfläche A (Fig. 51.) setzt man eine Linie AF von beliebiger Größe unter einem beliebigen Winkel, zieht durch die andern Winkelpuncte B, C u. s. mit AF die ihr gleichen Parallelen BG, CH u. s., so sind diese auch unter sich parallel (174. III.). Dadurch entstehen so viele Parallelogrammen, als die Grundfläche Seitenlinien hat. Die Seiten dieser Parallelogrammen, welche den Seiten der Grundfläche gegen über stehen, wie FG, GH, liegen alle in einer mit der Grundfläche parallelen Ebene, und schließen dieselben Winkel ein, wie jene (178. 179.). Da sie auch diesen gleich sind, so wird die entgegengesetzte Grundfläche FGHIK der ABCDE gleich und ähnlich.

183.

183. Wird ein Prisma parallel mit den Grundflächen durchschnitten, so ist der Schnitt den Grundflächen gleich und ähnlich. — Denn die Durchschnittslinien des Schnittes mit den Seitenflächen sind den Seiten der Grundflächen parallel, daher ihnen gleich, woraus also ein Schnitt von der gedachten Beschaffenheit entsteht.

184. Erkl. Ein senkrechtes Prisma ist, wenn die Seitenlinien senkrecht auf die Grundflächen stehen. Wenn eine der Seitenlinien diese Lage hat, so haben sie alle dieselbe (175. II.).

185. Erkl. Wenn die Grundflächen Parallelogrammen sind, so ist das Prisma ein Parallelepipedum. Sind die Grundflächen sowohl als die Seitenflächen Quadrate, so ist der Körper ein Cubus oder Würfel. Seine Seitenlinien stehen auf die Grundflächen senkrecht (171.). — Der Würfel dient gewöhnlich zur Ausrechnung des körperlichen Inhalts. Zur Seite desselben wird die Länge genommen, welche zur Ausmessung der Linien gebraucht ist. Ist diese Länge ein Zoll, so heißt der Würfel, der zur Einheit für die Körper dient, ein Cubikzoll; ist jene ein Fuß, eine Ruthe, eine Meile, so heißt dieser ein Cubikfuß, eine Cubikruthe, eine Cubikmeile.

186. Es sey ABCDEFG (Fig. 49.) ein senkrechtes Parallelepipedum, dessen Grundflächen Rechtecke sind. Man theile die Höhe CA, und die Seiten CD, DF der einen Grundfläche in gleiche Theile, und führe durch die Theilungspuncte der Höhe parallele Schnitte mit den Grundflächen. Diese Schnitte sind sich alle gleich und ähnlich (183.) Die Grundfläche wird durch die Parallelen, welche mit den Seitenlinien gezogen werden, in so viele Quadrate getheilt, als das Product der Zahlen, die die Seitenlinien ausdrucken, die

die Einheit enthält. Folglich sind eben so viele Würfel, deren Seite die Einheit für die Längen ist, zwischen je zwey nächsten Schnitten enthalten, und in allen Segmenten, oder in dem Parallelepipedum, so viele, als das Product aus der Höhe in das Product der beiden Seitenlinien der Grundfläche Einheiten enthält.

Z. E. Die Seitenlinien der Grundfläche seyn 6 und 5 Zoll, die Höhe 5 Zoll, so ist der Inhalt des Körpers 150 Cubikzoll.

187. Man lasse die Grundfläche des Parallelepipedums (Fig. 49.) und die Höhe unverändert, neige aber die Seitenlinien, als AC, BD, GF, gegen die Grundfläche, daß der Körper ABCDEFG (Fig. 50.) entsteht, so ist dieser jenem dem Inhalte nach gleich. — Denn man verschiebe die Segmente, worin man jenes Parallelepipedum eingetheilt hat, alle auf gleiche Art, so entsteht daraus ein Körper mit Absätzen wie an einer Treppe, der dem Parallelepipedum gleich bleibt. Den Linien durch die Ecken der Stufen gebe man dieselbe Lage, wie den Seitenlinien des Parallelepipedums (Fig. 50.). Vermehrt man die Anzahl der Segmente, so werden die Stufen immer schmäler, und es nähert sich dieser treppenförmige Körper, der immer denselbigen Inhalt behält, immer mehr dem schiefen Parallelepipedum (Fig. 50.), welches daher dem rechtwinklichten (Fig. 49.) gleich ist.

188. Man verwandle das Rechteck ABG, das dem Parallelepipedum (Fig. 50.) zur Grundfläche dient, in jede andere beliebige geradlinichte Figur gleichen Inhalts, ABCDE (Fig. 51.), errichte darüber ein Prisma von derselben Höhe, dessen Seitenlinien dieselbe Lage gegen die Grundfläche haben, wie in (Fig. 50.), so ist dieses Prisma dem Parallelepipedum gleich. — Denn die Verwandlung der Grundfläche

in

in eine andere, gleich große, ist anzusehen, als eine Zerschneidung in gleiche und ähnliche Theile, und neue Zusammensetzung derselben. Auf dieselbe Art wird das Prisma zerschnitten und wieder zusammengesetzt, bleibt also der Größe nach unverändert.

189. Also sind Prismen, die gleiche Grundflächen (wenn sie auch krummlinicht sind) und gleiche Höhe haben, gleichen körperlichen Inhalts.

190. Jedes Prisma wird daher ausgedruckt durch das Product aus der Grundfläche in die Höhe, weil jedes senkrechte Parallelepipedum, dessen Grundflächen Rechtecke sind, durch dieses Product ausgedruckt wird (186., jedes Prisma aber in ein solches verwandelt werden kann, wenn man die Grundfläche in ein Rechteck verwandelt, und die Seitenlinien senkrecht auf die Grundfläche setzt, ohne die Höhe zu verändern. Man erinnere sich aber, daß bey dieser Multiplication einer Fläche in eine Linie die Fläche durch eine Zahl dargestellt wird, welche die darin enthaltenen Quadrate angiebt, daß die Höhe ebenfalls eine bloße Zahl ist, und daß das Product also auch eine Zahl ist, welche anzeigt, wie vielmahl der zur Einheit angenommene Würfel in dem Körper steckt.

191. Zwey Prismen, die einerley Grundfläche haben, verhalten sich wie ihre Höhen, nämlich wie die Anzahl der gleichen Segmente. Haben sie einerley Höhe, so verhalten sie sich wie die Grundflächen, nämlich wie die Anzahl der gleichen Theile dieser Grundfläche. Sind Höhen und Grundflächen ungleich, so wird ihr Verhältniß zusammengesetzt aus dem Verhältnisse der Grundflächen und der Höhen wie in (101.). Man bezeichne die Prismen durch P und p, ihre Grundflächen durch G. g, ihre Höhen durch H, h, und drucke G, g, H, h, durch Zahlen aus, so ist $P:p = G \times H : g \times h$ (100.).

(100.). Ist nun p der angenommene Würfel, so ist $g = 1$ für die Flächen, $h = 1$ für die Längen, und $p = 1$ für die Körper, also $g \times h = 1$, und $P = G \times H$, wie in (190.).

192. **Erkl.** Aehnliche Prismen sind solche, deren Grundflächen ähnliche Figuren sind, deren Höhen sich wie die gleichnamigen Seiten der Grundflächen verhalten, und deren Seitenlinien einerley Lage gegen die Grundfläche haben. So ist das rechtwinklichte Parallelepipedum abcdefg (Fig. 52.) dem (Fig. 49.) ähnlich. Die Seitenlinien sind hier zugleich die Höhen. Die Grundflächen, als ähnliche Figuren, verhalten sich wie die Quadrate der gleichnamigen Seiten AB:ab (126.), diese wie die Höhen AC:ac, also die Grundflächen auch wie die Quadrate der Höhen (125. II.). Daher ist das zusammengesetzte Verhältniß der Grundflächen G:g und der Höhen H:h, das aus den Quadraten der Höhen H . H : h . h und den Höhen selbst H:h zusammengesetzte, oder das Verhältniß der Würfel von H und h (100.). Z. E. wenn $AC = 2 . ac$, so ist das Parallelepipedum AF acht mahl so groß als das af. Wäre $AC = 3 . ac$, so wäre jenes 27 mahl so groß als dieses.

193. Überhaupt verhalten sich ähnliche Körper wie die Würfel der an ihnen auf eine ähnliche Art gezogenen Linien, als der gleichnamigen Seiten ihrer Grundflächen oder der Höhen. Oder, sie stehen in dem **triplicirten** Verhältnisse dieser Linien (vergl. 125.).

194. Würfel, als rechtwinklichte Parallelepipeda, deren Seiten gleich sind, verhalten sich wie die Cubi der Zahlen, wodurch die Seiten ausgedruckt werden. Z. E. Ein Fuß sey 10 Zoll, so ist 1 Cubikfuß = 1000 Cubikzoll. Hält jener 12 Zoll, so ist 1 Cubikfuß = 1728 Cub. Zoll. Eine Cubikruthe ist 4096 Cub.

Cub. Fuß, wenn die Ruthe 16 Fuß hält. Eine Cubikmeile enthält 8 Billionen Cubikfuß, die Meile zu 20000 Fuß gerechnet. Alle Würfel sind ähnliche Körper.

195. Erkl. Ein **Cylinder** oder eine Walze ist ein Körper, der zwischen zwey gleichen und parallelen Kreisen DEH, CFG (Fig. 53.) und einer krummen an diese Kreise gelegten Fläche enthalten ist. Die Linie AB von dem Mittelpuncte des einen zu dem des andern heißt die **Axe**. Steht diese senkrecht auf die Grundflächen, so ist der Cylinder ein **senkrechter**, sonst ein **schiefer**. Die geraden Linien DC. EF, welche durch einen Punct des Umfanges der Grundflächen parallel mit dieser Axe gezogen werden, fallen ganz in die krumme Oberfläche. Ist der Cylinder ein senkrechter, so kann man ihn durch die Umdrehung eines Rechtecks um eine Seitenlinie entstehen lassen.

196. Der Cylinder macht mit den Prismen ein Geschlecht aus. Die Grundflächen sind gleich und parallel. Die Seitenlinien, wie DC, EF, sind unzählig, alle sich parallel. Wenn man über einem regulären Vielecke ein Prisma errichtet, und die Anzahl der Seiten immer fort vermehrt, so nähert es sich immer mehr einem Cylinder.

197. Ein Cylinder wird daher auch durch das Product aus der Basis oder Grundfläche in die Höhe ausgedruckt.

Z. E. Der Durchmesser der Grundfläche sey 8 Zoll, die Höhe 100 Zoll. So ist die Grundfläche 50,26 Quadratzoll (165.), diese mit der Höhe multiplicirt giebt zum Inhalt 5026 Cubikzoll, das ist 5 Cub. Fuß, 26 Cub. Zoll Decimalmaaß.

198. Zum Ausmessen der Fässer (zum **Visiren**), auch bey Wasserkünsten, bedient man sich eines Cylinders

ders von bestimmtem Inhalte zur Einheit. Die Höhe wird auch zum Durchmesser genommen. Ein Berliner Quart oder Maaß halte 64,213 Cubikzoll Rheinl. Duodec. Maaß. Wie groß muß der Durchmesser eines gleich hohen und dicken Cylinders dieses Inhalts seyn? — Man nenne diesen Durchmesser d, so ist 0,7854 dd × d der Inhalt des Cylinders = 64,213. Folglich muß man 64,213 mit 0,7854 dividiren, und aus dem Quotienten die Cubikwurzel ziehen. Der Quotient ist 81,758, und die Cubikwurzel 4,34 Zoll, der gesuchte Durchmesser und zugleich die Höhe des Cylinders.

In so fern man ein Faß als einen Cylinder betrachtet, messe man mit dieser Länge, als Einheit, den Durchmesser des Bodens. Quadrirt man die Zahl, welche diesen Durchmesser ausdruckt, so hat man die Fläche des Bodens durch die Grundfläche jenes Cylinders ausgedruckt (163.). Oder man bedient sich noch lieber des Quadrat-Maaßstabes (121.), wo man AB (Fig. 33.) = 4,34 Zoll nimmt. Die gefundene Größe des Bodens multiplicirt man mit der Höhe des Fasses, die auch durch die obige Einheit gemessen wird, so ist der Inhalt, ohne die Ausbauchung, in Quartieren gefunden.

199. **Erkl.** Wenn man von einem Puncte A außer der Ebene einer Figur, wie BCDE, (Fig. 54.) an die Ecken derselben die geraden Linien AB, AC etc. zieht, so entsteht dadurch eine **Pyramide**, ein Körper, der zwischen den Dreyecken ABC, ACD etc. und der Grundfläche BCDE eingeschlossen ist. Die Pyramiden werden nach der Anzahl der Seitenflächen benamt, deren so viele sind, als Seitenlinien in der Grundfläche. — Das Perpendikel von der Spitze A auf die Grundfläche heißt die **Höhe**.

200. Wenn eine Pyramide parallel mit der Grundfläche durchschnitten wird, so ist der Schnitt der Grundfläche ähnlich. — Der Schnitt sey bcde, so ist bc parallel mit BC, weil beide in einer Ebene ABC liegen, und nicht zusammenstoßen, da die beiden Ebenen es nicht thun. Eben so ist cd parallel mit CD, und so rings herum. Der Winkel bcd ist gleich dem BCD (179.), und so die übrigen nach der Reihe. Es verhält sich ferner BC : bc = AC : ac (73.), und CD : cd = AC : ac, also BC : bc = CD : cd oder BC : CD = bc : cd, und so rings herum. Folglich sind die Figuren BCDE, bcde, ähnlich (76.).

201. Es seyn AF, Af, die Höhen beider Pyramiden ABCD, abcd. Man ziehe FC, fc, so sind die Dreyecke AFC, Afc, ähnlich, und AF : Af = AC : Ac = BC : bc, oder die Höhen verhalten sich wie zwey gleichnamige Seiten der ähnlichen Grundflächen BCDE, bcde.

202. Die ähnlichen Grundflächen verhalten sich wie die Quadrate ihrer gleichnamigen Seiten (126.), also auch wie die Quadrate der Höhen, da diese sich wie die gleichnamigen Seiten der Schnitte verhalten (125. II.).

203. Man verwandle die Pyramide ABCDE (Fig. 54.) in eine andere ABCDEF (Fig. 55.), deren Grundfläche der Grundfläche jener in Absicht auf den Inhalt gleich ist, und gebe dieser dieselbe Höhe mit jener, so sind die Pyramiden gleich. — Denn man führe in beiden Pyramiden in gleicher Entfernung Af, Ag von der Spitze, die mit der Grundfläche parallelen Schnitte, bcde, bcdef. Beide sind den Grundflächen ähnlich, und verhalten sich zu ihnen wie die Quadrate von Af und AF oder Ag und AG. Es ist daher BCDE : bcde = BCDEF : bcdef. Da die

vor-

vorhergehenden Glieder gleich sind, so sind die nachfolgenden Glieder auch gleich, oder die Schnitte in derselben Höhe sind gleich. Nun zerfälle man durch solche Schnitte beide Pyramiden in eine gleiche Menge gleich hoher Segmente. Die Grundflächen dieser Segmente sind gleich. Anstatt dieser nach der Spitze der Pyramide hin sich verengernden Segmente setze man (nach Art der ägyptischen Pyramiden) prismatische, deren Grundflächen den untern Grundflächen jener Segmente gleich sind. Nun sind in den beiden Stufenpyramiden die Prismen, deren Abstand von der Spitze derselbe ist, sich gleich; daher sind diese Pyramiden selbst gleich. Je größer die Menge der Stufen und je kleiner die Höhe derselben ist, desto mehr nähern sich die beiden Stufenpyramiden den beiden geometrischen, bleiben sich aber einander immer gleich. Daher müssen ihre Gränzen, die geometrischen Pyramiden, sich auch gleich seyn.

204. In dem dreyeckigen Prisma ABCDEF (Fig. 56.) führe man einen Schnitt von der Ecke A nach der gegen über liegenden Seite CD der Grundfläche BCD, und sondere dadurch die dreyeckige Pyramide ABCD ab. Die übrigbleibende viereckige Pyramide ACDEF theile man durch den Schnitt ACE, der durch die Diagonale CE der Grundfläche geht, in zwey Pyramiden ACFE, ACDE. Diese beiden sind gleich (203.). An der Pyramide ACFE kann AFE anstatt CFE zur Basis genommen werden, wodurch C die Spitze wird. Nun haben CAFE und ABCD einerley Grundflächen und Höhen, und sind daher gleich. Folglich zerfällt das dreyeckige Prisma in drey gleiche Pyramiden.

205. Jede dreyeckige Pyramide ist also der dritte Theil eines Prisma, das einerley Grundfläche und

Höhe mit ihr hat. — Jede vieleckige läßt sich in so viele dreyeckige zerlegen, als die Grundfläche in Dreyecke. Daher ist auch jede vieleckige Pyramide der dritte Theil eines Prisma, das gleiche Grundfläche und Höhe mit ihr hat.

206. Der Inhalt einer Pyramide ist daher der dritte Theil von dem Producte aus der Grundfläche in die Höhe (vergl. 190.). Z. E. die Grundfläche sey ein Rechteck, dessen Seiten 8 und 10 Zoll sind, die Höhe sey 12 Zoll, so ist der Inhalt 320 Cubikzoll.

207. Es sey BCDE (Fig. 57.) ein Kreis, außer dessen Ebene ein Punct A; man lasse durch A eine Linie AB an dem Kreise sich herum bewegen, so beschreibt diese Linie die krumme Oberfläche eines Kegels, dessen Grundfläche der Kreis ist. Die Linie von A nach dem Mittelpuncte F ist die Axe des Kegels. Steht sie senkrecht auf die Kreisfläche, so ist der Kegel ein senkrechter, sonst ein schiefer. Die Linien von A nach einem Puncte des Umfanges, AB, AC, AD, AE, sind Seitenlinien. Der Kegel macht mit den Pyramiden Ein Geschlecht aus, als die Gränze der vielseitigen mit regulären Grundflächen.

208. Wenn ein Kegel mit der Grundfläche parallel durchschnitten wird, so ist der Durchschnitt bcde ein Kreis, dessen Mittelpunct der Punct f ist, wo die Axe AF den Schnitt trifft. — Denn man nehme, wie man will, in dem Kegel die Dreyecke AFB, AFC, AFD, welche von dem Schnitte in bf, cf, df, getroffen werden. Es verhält sich, wegen des Parallelismus, AF : Af = FB : fb = FC : fc = FD : fd. Da nun die vorhergehenden Glieder FB, FC, FD, gleich sind, so sind es auch die folgenden, fb, fc, fd. Also liegen die Puncte b, c, d, in einem Kreise um f, und so auch jede andere Puncte des Schnittes.

209.

209. Diese Schnitte verhalten sich wie die Quadrate ihrer Halbmesser (163.), das ist, weil die Halbmesser sich wie die Entfernungen von der Spitze verhalten, wie die Quadrate dieser Entfernungen. Ein Kegel und eine Pyramide, die bey einerley Höhe gleiche Grundflächen haben, sind sich gleich, weil ihre mit der Grundfläche parallelen Schnitte in gleichen Entfernungen von der Spitze gleich sind, wie an den Pyramiden (203.).

210. Ein Kegel wird also auch durch den dritten Theil des Products aus der Grundfläche in die Höhe ausgedruckt. Oder: er ist der dritte Theil eines Cylinders, der mit ihm dieselbe Grundfläche und Höhe hat.

211. Erkl. Eine Kugel (Fig. 58.) wird beschrieben, indem ein Halbkreis ADB sich um den Durchmesser AB herum bewegt, bis er wieder in dieselbe Lage kommt.

212. Daher haben alle Puncte der Oberfläche einer Kugel gleichen Abstand vom Mittelpuncte C. — Daher ist jeder Schnitt der Kugel durch den Mittelpunct, wie AGBF, ein Kreis, dessen Durchmesser AB ist. — Auch halbiren sich zwey solche Kreise, wie AGBFA, DFEGD, einander, weil der Mittelpunct C in beiden, also in ihrem Durchschnitte GF liegt, welcher daher ein Durchmesser ist, der sowol den einen als den andern Kreis halbirt.

213. Erkl. Man ziehe die Chorde HI auf AB senkrecht, so beschreibt diese, indem ADB sich um AB dreht, einen kleinern Kreis HLIH, dessen Durchmesser HI ist. Kreise wie HLI nennt man Parallelkreise, in Beziehung auf den großen Kreis DFEGD durch den Mittelpunct, dessen Durchmesser DE auf AB auch senkrecht ist. Die Puncte A, B, sind die Pole aller

dieſer Kreiſe. Sie ſind von allen Puncten des Umfanges eines jeden gleich weit entfernt. Auf der Kugel überhaupt kann man je zwey dem Durchmeſſer nach entgegengeſetzte Puncte als Pole anſehen. Auf der Erde ſind es zwey beſtimmte, die Endpuncte des Durchmeſſers, um welchen ſie ſich dreht. Hier heißt der große Kreis DFEGD der Äquator; der Halbkreis ALFB der Meridian des Punctes L; der Bogen LF die Breite des Ortes L, und der Bogen DF die Länge von einem angenommenen Meridian ADB. Dieſer Bogen DF mißt den Winkel DCF, welchen die beiden Meridiane machen (168.).

214. Jeder Schnitt durch die Kugel iſt ein Kreis. — Es ſey HLIH der Schnitt. Man ziehe den Durchmeſſer AKB ſenkrecht auf des Schnittes Ebene; und laſſe die Kugel durch die Umdrehung eines Kreiſes AHBIA um AB entſtehen, ſo beſchreibt die Linie HKI in dem Schnitte einen Kreis, den Durchſchnitt der Kugel mit der ſchneidenden Ebene.

215. Erkl. Ein Kreis durch den Mittelpunct heißt ein **größter Kreis**, jeder andre ein **kleinerer Kreis**. Die Bogen dreyer größten Kreiſe auf der Kugelfläche, die keinen gemeinſchaftlichen Durchmeſſer haben, bilden ein ſphäriſches Dreyeck, worin aus drey Beſtimmungen, Winkeln oder Seiten, die übrigen ſich ergeben.

216. Eine Kugel iſt Zweydrittel eines Cylinders, deſſen Durchmeſſer und Höhe dem Durchmeſſer der Kugel gleich ſind.

217. Die Oberfläche einer Kugel iſt viermahl ſo groß, als die Fläche eines ihrer größten Kreiſe.

Oder: ſie iſt ſo groß als die krumme Oberfläche des Cylinders (216.), deſſen Zweydrittel die Kugel iſt.

Die

Die Beweise dieser beiden sehr wichtigen und schönen Sätze gehören eigentlich in die höhere Mathematik. Man trifft sie in den meisten Handbüchern mit mehrerer oder geringerer Schärfe an.

218. Den Inhalt und die Oberfläche der Erde zu finden, wenn ihr Umfang 15 mahl 360 Meilen gesetzt wird. — Man suche zuerst den Durchmesser aus dem Umfange (164.). Er ist 1718,87338 Meilen. Zu der folgenden Rechnung braucht man die Decimaltheile. Multiplicirt man denselben mit dem vierten Theile des Umfanges, so hat man die Fläche eines größten Kreises (165.), und dieser viermahl genommen ist die Oberfläche der Erde, nämlich 9281916 geographische Quadratmeilen.

Die Fläche eines größten Kreises ist 2320479 Quadratmeilen. Durch die Multiplication dieser Fläche mit dem Diameter erhält man den Inhalt eines Cylinders, 3988609714 Cubikmeilen, wovon $\frac{2}{3}$ der Inhalt der Erde sind, nämlich 2659 Millionen Cubikmeilen.

219. Kugeln verhalten sich wie die Würfel ihrer Durchmesser. — Denn sie verhalten sich wie die Producte aus den Flächen ihrer größten Kreise in die Durchmesser, das ist, wie die Producte aus den Quadraten der Durchmesser in diese selbst, oder wie die Würfel derselben. Z. E. Es sey der Durchmesser der Sonne 111 mahl größer als der Durchmesser der Erde, so ist die Sonne dem körperlichen Raume nach 1367631 mahl größer als die Erde. Es verhalten sich der Durchmesser der Erde und des Mondes wie 1000 : 273; so verhalten sich ihre körperlichen Räume wie 1000 Millionen zu 20346417, oder beynahe wie 50 : 1.

220. Die Oberflächen aber verhalten sich wie die Quadrate der Durchmesser. Die Oberfläche der Sonne ist 12521 mahl größer als die der Erde, und diese letztere ist fast $13\frac{1}{2}$ mahl größer als die des Mondes.

VIII. Die Trigonometrie.

221. Die **Trigonometrie** lehrt aus den bekannten Größen an einem Dreyecke die unbekannten, welche durch jene bestimmt werden, durch Rechnung finden. Die ebene Trigonometrie beschäftigt sich mit ebenen geradlinichten Dreyecken, die sphärische mit Kugeldreyecken (215.). Sonst enthält sie noch eine Menge Lehren über die Verbindung der Winkel und der davon abhängenden Linien.

222. Erkl. In dem Kreise AGBF (Fig 59.) lasse man von einem Puncte des Umfanges E auf den Durchmesser AB das Perpendikel ED; dieses heißt der **Sinus** des Bogens AE oder des Winkels ACE am Mittelpuncte C, für den angenommenen Halbmesser AC. — Das Segment DC heißt der **Cosinus** eben dieses Bogens oder Winkels. Es ist der Sinus des Complements EG zum Quadranten, oder des Winkels ECG, als des Complements zum rechten, wenn man GC senkrecht auf AB, und auf diese EH senkrecht zieht. — Zieht man durch den Endpunct des Durchmessers A auf AC die senkrechte AI, d. i. eine berührende in A (134.), welche von EC in I geschnitten wird, so heißt AI die **Tangente** von AE oder ACE. Das Perpendikel KG auf CG in G, zwischen G und der Linie CEK, ist die **Cotangente** von AE oder ACB. — Die Linie CI heißt die **Secante**, CK die **Cosecante** des Bogens AE, oder des Winkels ACE.

Weil die Bogen oder Winkel nicht wohl unmittelbar mit den Linien in Verbindung gebracht werden kön-

können, so bedient man sich dieser trigonometrischen Linien, um dadurch mittelbar aus den Winkeln einer Figur die davon abhangenden Linien, und aus diesen jene zu bestimmen.

223. Die Größe dieser Linien, bey demselben Winkel ACE, hängt von der Größe des Halbmessers ab. Aber das Verhältniß derselben zum Halbmesser bleibt, für denselben Halbmesser, ungeändert, der Halbmesser mag groß oder klein seyn, durch eine große oder kleine Zahl ausgedruckt werden. Die Dreyecke CDE oder ACI bleiben sich ähnlich, wie man auch CE oder AC verändern mag, wenn nur der Winkel C derselbe bleibt.

224. Der Sinus wächst mit dem Bogen, aber nicht gleichmäßig, sondern immer langsamer, bis dieser ein Quadrant wird. Alsdann ist der Sinus GC dem Halbmesser gleich, und heißt daher auch der Sinus totus. Für größere Bogen nimmt der Sinus wieder ab, und wird Null, wenn der Bogen der Halbkreis, oder der Winkel zwey rechten gleich ist. Der Winkel ACL, der das Complement des ACE zu zwey rechten ist, hat denselben Sinus LM, wie ACE. Es ist alsdann nämlich LCM = ECD. Ein und derselbe Sinus gehört also immer zu zwey Bogen, die zusammen den Halbkreis ausmachen, oder zu zwey Winkeln, deren Summe zwey rechte ist, so wie man den Winkel zweyer Linien, durch welchen der Nebenwinkel man will, angeben kann.

225. Der Cosinus ist dem Halbmesser gleich, wenn der Winkel null ist; er nimmt ab, so wie der Winkel wächst; ist null, wenn dieser ein rechter ist, und nimmt wieder zu, wenn der Winkel stumpf wird. Aber die entgegengesetzte Lage unterscheidet die in Absicht auf die Größe gleichen Cosinus der Nebenwinkel

226. Die Tangente wächst mit dem Winkel, aber immer schneller, und ist für den rechten Winkel größer als jede Größe, die sich angeben läßt, oder unendlich groß, weil die Berührungslinie in A mit CG parallel ist. Die Tangente eines stumpfen Winkels fällt unterhalb AB, und schneidet den Schenkel CL auf der rückwärts genommenen Verlängerung Ci in i. Die Tangenten der Nebenwinkel sind gleich, aber entgegengesetzt.

227. Ein Sinus ED ist die Hälfte der Chorde EF des Winkels ECF, der doppelt so groß ist als der Winkel des Sinus. Hieraus siehet man, wie einige Sinus haben berechnet werden können, nämlich aus den Seiten der regulären Vielecke, die sich geometrisch zeichnen und daher auch berechnen lassen (156.). Aus diesen kann man die Sinus derjenigen Winkel berechnen, welche die Summe oder Differenz je zweyer aus jenen sind. Auf diese Art erhält man immer mehrere, freylich noch auf eine sehr mühsame Art. Die neuere Mathematik hat Abkürzungen der Rechnung gefunden, aber lange nachher, nachdem der Canon der Sinus und Tangenten auf die mühsamste Art berechnet war. Es ist hier eben so gegangen, wie bey der Berechnung der Logarithmen.

228. Aus dem Sinus berechnet man vermittelst des pythagoräischen Lehrsatzes den Cosinus. — Der Cosinus (DC) verhält sich zum Sinus (ED) wie der Radius (AC) zur Tangente AI, und die Tangente (AI) zum Radius (AC) wie der Radius (CG) zur Cotangente GK. Denn die Dreyecke ACI, GKC sind ähnlich. Solchergestalt braucht man nur die Sinus bis 45 Grad zu wissen, um die Sinus bis zum 90sten Grad, und alle Tangenten zu berechnen.

229.

229. In den gewöhnlichen Tafeln enthält der Radius 10 Millionen Theile, und die Sinus und Tangenten sind in diesen Theilen angegeben. Z. E. Der Sinus von 53° 10′ enthält 8003827 solcher Theile, der Cosinus 5994893, die Tangente 13351075, die Cotangente 7490033. Die Cosinus pflegen den Sinus, so wie die Cotangenten den Tangenten, gegen über gesetzt zu werden. Auch sind die Logarithmen dieser Zahlen beygefügt, deren Kennziffer man aber durchgehends um 3 vergrößert hat, damit der Logarithmus des Radius 10 würde, weil dieser sehr oft addirt und subtrahirt wird. Man kann den Halbmesser auch zehnhundert- u. s. f. mahl kleiner nehmen, und hat alsdann nur eben so viele Ziffern von den Sinus und Tangenten abzuschneiden, als dort Nullen. Man kann den Halbmesser auch zur Einheit nehmen, so sind die Sinus alle, und die Tangenten der Winkel unter 45 Grad, eigentliche Brüche. Dieses pflegt in mathematischen Rechnungen häufig zu geschehen.

230. Durch Hülfe dieser Tafeln kann man in einem rechtwinklichten Dreyecke ABC (Fig. 60.) aus zwey Größen in demselben das übrige berechnen. Wir haben nämlich folgende Proportionen, wo r den Radius oder Sinus totus bedeutet,

BC : AC = r : sin. B
BC : AB = r : sin. C = r : cos. B
AB : AC = r : tang. B
AC : AB = r : tang. C = r : cot. B

Z. E. Es sey BC = 324, AC = 295, man sucht B. Hier muß das Verhältniß 324 : 295 in ein andres verwandelt werden, dessen erstes Glied 10 Millionen ist. Folglich muß man 295 mit 10 Millionen multipliciren, und durch 324 dividiren, welches 9104938 für den sin. B giebt; daher B = 65° 34′ ist.

ist. Die beiden letzten Ziffern wenigstens braucht man nicht zu suchen, wenn der Winkel nur in Minuten verlangt wird. Will man sich der Logarithmen bedienen, so steht die Rechnung, wie folget:

$$\begin{aligned} 1\,r + 1\,295 &= 12{,}4698220 \\ 1\,324 &= \underline{\;2{,}5105450\;} \\ & \quad 9{,}9592770 \end{aligned}$$

Dieser Logarithme unter der Rubrik Log. Sin. aufgesucht findet sich nächstens bey 65° 34′.

Es sey AB = 134, AC = 295, man sucht den Winkel B. Hier wird die Zahl 295 mit 10 Mill. multiplicirt, und durch 134 dividirt, um die Tangente von B zu erhalten. Vermittelst der Logarithmen folgendermaaßen:

$$\begin{aligned} 1\,r + 1\,295 &= 12{,}4698220 \\ 1\,134 &= \underline{\;2{,}1271048\;} \\ & \quad 10{,}3427172 \end{aligned}$$

Dieser findet sich unter den Log. Tang. nächstens bey 65° 34′.

Wenn das Verhältniß der Hypotenuse zur Kathete gegeben oder gesucht wird, so gebraucht man die Sinus; ist das Verhältniß der Katheten das gegebene oder gesuchte, die Tangenten.

231. In jedem Dreyecke verhalten sich die Seiten, wie die Sinus der gegen über liegenden Winkel.

Es werde um das Dreyeck ABC (Fig. 61.) ein Kreis aus dem Mittelpuncte D beschrieben, so ist AB doppelt so groß als der Sinus des halben Centriwinkels ADB (227.), das ist, des Winkels ACB (137.) für den Radius AD oder BD. Eben so ist BC doppelt so groß als der Sinus des halben Centriwinkels BDC,

BDC, das ist, des Winkels BAC; folglich ist $\frac{1}{2}AB : \frac{1}{2}BC = \text{sin. } C : \text{sin. } A$, oder

$$AB : BC = \text{sin. } C : \text{sin. } A.$$

desgleichen

$$BC : AC = \text{sin. } A : \text{sin. } B, \text{ und}$$
$$AB : AC = \text{sin. } C : \text{sin. } B.$$

Auf diesem einfachen Satze beruht die ganze Trigonometrie, und die Ausmessung des Himmels und der Erde.

232. Exempel. Es sey in dem Dreyecke ABC (Fig. 62.) $AB = 738$, $A = 72° 52'$, $B = 57° 24'$; man soll AC finden. Zuerst ist $C = 180° - A - B = 49° 44'$. Ferner sin. C : sin. B = AB : AC. Entweder verfährt man nach der Regel de Tri mit wirklicher Multiplication und Division, oder bedient sich bequemer der Logarithmen.

log. 738	=	2,8680564
log. sin. 57° 24′	=	9,9255454
		12,7936018
log. sin. 49° 44′	=	9,8825499
		2,9110519

Diesen Logarithmen findet man unter den Logarithmen der Zahlen nächstens bey 815; wenn man der Kennziffer 1 leihet, nächstens bey 814,8. Es ist also AC = 814,8; genauer 814,8017.

233. Sind A und B zwey Örter auf der Erde, deren Entfernung man weiß, und man mißt die Winkel, welche die Linien nach einem dritten Orte C mit AB machen; so findet man hierdurch die Entfernung dieses Orts von jedem der beiden andern. — Oder es seyn A und B zwey möglichst entlegene Örter auf der Erde, deren Entfernung AB nach der geraden Linie

zwischen

zwischen beiden man wisse; man habe Mittel gefunden, die Winkel A, B der Linien nach dem Monde, oder einem nicht zu sehr entfernten Himmelskörper, mit der Linie AB zu messen, so hat man die Entfernung des Himmelskörpers. — Oder es sey A die Sonne, B die Erde, C ein Planet; man wisse aus der Beobachtung des Laufs der Sonne und des Planeten den Winkel A, ferner aus Beobachtung den Winkel B, so berechnet man daraus AC und BC, so fern AB entweder bekannt ist, oder doch zum Maaßstabe genommen wird.

234. Aus zwey Seiten AB, AC, und dem eingeschlossenen Winkel A, die übrigen Winkel zu berechnen, sage man: wie die Summe AB + AC zu ihrer Differenz AC — AB, so ist die Tangente der halben Summe der beiden Winkel B und C zu der Tangente ihrer halben Differenz. Diese halbe Differenz zu der halben Summe addirt giebt den größern Winkel, abgezogen den kleinern.

Exempel. Es sey AB = 738; AC = 815; A = 72° 52′.

AC =	815	2 R =	179° 60′
AB =	738	A =	72 52
AC + AB =	1553	B + C =	107° 8′
AC — AB =	77	½(B + C) =	53 34

log. tang. 53° 34′ = 10,1318483
log. 77 = 1,8864907
12,0183390
log. 1553 = 3,1911715
log. tang. ½(B — C) = 8,8271675
½(B — C) = 3° 50′ 34″
½(B + C) = 53 34
B = 57° 24′ 34″
C = 49 43 26

Hier-

Hieraus findet man ferner die Seite BC durch die Proportion (231.). Den Beweis dieſes Verfahrens trifft man faſt in jedem Lehrbuche an.

235. Oder man laſſe in dem Dreyecke ABC (Fig. 63.) auf die eine der bekannten Seiten das Perpendikel CD, und berechne in dem rechtwinklichten Dreyecke ACD die Seiten CD und AD durch die Proportionen r : ſin. A = AC : CD, und r : cof. A = AC : AD (230.); ziehe AD von AB ab, und ſuche den Winkel B durch die Proportion BD : DC = r : tang. B (230.), desgleichen die Seite BC durch die Proportion ſin. B : r = CD : CB. Solchergeſtalt werden alle Größen in dem Dreyecke bekannt. — Wenn das Perpendikel außerhalb des Dreyecks fällt, ſo wird, wenn B ſtumpf iſt, AB von AD abgezogen, und, wenn A ſtumpf iſt, AD zu AB addirt.

236. Dieſe Rechnung kommt auf dem Felde vor, wenn man die Entfernung zweyer Örter berechnen will, deren Entfernung von einem Standpuncte man durch die Rechnung in (232.) gefunden hat; oder am Himmel, wenn man die Entfernungen der Erde, AB, und eines Planeten, CA, von der Sonne A, nebſt dem eingeſchloſſenen Winkel, berechnet hat, und daraus den Winkel B, oder den Abſtand des Planeten von der Sonne nach dem Winkel angeben will.

237. Aus drey Seiten eines Dreyecks die Winkel zu berechnen, wird man in jedem Lehrbuche Anleitung finden. Da der Fall ſelten vorkommt, ſo übergehe ich ihn.

IX. Das Feldmeſſen.

238. Auf dem Felde hat man theils Linien, theils Winkel zu meſſen.

Eine

Eine Linie abzustecken, setzt man in ihre Endpuncte ein Paar 5 bis 6 Fuß hohe **Absteckestäbe** die deswegen mit einer eisernen Spitze versehen sind. Diese Linie zu verlängern, steckt man einen Stab jenseit des einen dieser beiden Stäbe so ein, daß, wenn man das Auge hinter den andern bringt, man den dritten Stab vor jenem nicht sehen könne. Man muß zu dem Ende die Absteckestäbe zum Durchsehen durchbohren lassen. Eben dieser Probe bedient man sich, wenn man zwischen beiden Stäben einen oder mehrere eingesteckt hat, um bey dem Messen desto leichter die gerade Linie halten zu können. Daß die Stäbe lothrecht stehen müssen, versteht sich.

Außer diesen Stäben hat man noch **Meßfahnen** nöthig, um die Puncte auf dem Felde in der Ferne sichtbar machen zu können; auch kleine **Zeichenstäbe**, um die Puncte, wohin das Ende der Kette oder Schnur fällt, bezeichnen zu können.

239. Zur Messung der Linien bedient man sich der **Meßstangen**, der **Meßketten**, der **Meßschnüre**. Die erstern (10, 12 oder 16 Fuß lang) geben viele Genauigkeit, aber fördern die Arbeit nicht. Man muß neben ihnen die Schnur gebrauchen, um in der geraden Linie zu bleiben. — Die Meßkette ist aus Gliedern von starkem Eisendrath, die durch Ringe von geschlagenem Messing verbunden werden, zusammengesetzt. Durch den Gebrauch werden die Ringe ausgeschliffen, und die Glieder verbiegen sich leicht. Bey unebenem Boden krümmt sie sich. — Die **Meßschnur** verändert ihre Länge durch Feuchtigkeit und Trockniß, dem man aber doch durch Kochen in Öl und durch Bestreichen mit Wachs ziemlich abhelfen kann. Sie kann ohne Unbequemlichkeit sehr lang gemacht werden, und ist in dieser Absicht bequemer als die Meßkette, die

aber

aber doch vorgezogen wird. Auf der Meßschnur müssen die Fuße und Ruthen kenntlich gemacht werden.

240. Eine Linie zu messen, spannt man die Kette oder Schnur in derselben so oft aus, als es angeht. Zwey Personen haben das Ende über einen Stab, den **Kettenstab**, mittelst eines Ringes, gesteckt. Der vordere steckt da, wo sein Stab gesteckt hat, bey dem Fortziehen der Kette, einen Zeichenstab ein, welchen der nachfolgende zu sich nimmt, wodurch die Anzahl der ganzen Ketten ohne Irrthum bekannt wird.

241. Die Längen auf das Papier zu tragen bedient man sich gern des **verjüngten Maaßstabes**. Man theilt eine Linie AB (Fig. 64.) in eine beliebige Anzahl gleicher Theile, die in der Figur rheinländische Zolle sind; den ersten dieser Theile (linker Hand) in zehn gleiche Theile. Hiermit kann man schon oft zufrieden seyn. Um diese Theile wieder ohne Verwirrung einzutheilen, zieht man eine parallele CD mit AB, und theilt den Abstand AC in zehn gleiche Theile, zieht durch die Theilungspuncte die parallelen mit AB, und durch die Endpuncte der großen Abtheilungen Perpendikel auf AB, wovon eines EF ist. Den Theil CF = AE theilt man auch in 10 gleiche Theile, und zieht durch jeden Theilungspunct an einen auf AE um eine Stelle weiter nach A liegenden Punct Parallelen oder Transversalen. Die Theile der mit AB parallel gezogenen zwischen der ersten Transversale GF und EF sind von oben herunter 10, 9, 8, 7 ꝛc., wegen der mit FGE ähnlichen Dreyecke. Auf diese Art kann man, wenn AE eine Ruthe bedeutet, Fuße und Zolle Decimalmaaß auftragen, oder wenn AE zehn Ruthen sind, einzelne Fuße, umgekehrt auch jede Linie auf dem Papiere genau messen, und die durch sie vorgestellte auf dem Felde angeben.

Eine ähnliche Eintheilung kann man auch für zwölftheiliges oder sechzigtheiliges Maaß machen.

242. Die Winkel auf dem Felde zu messen, hat man mancherley Werkzeuge. Zu kleinen Messungen ist der Meßtisch (die Mensel) sehr bequem, ein Reißbrett, das sich auf einem Stativ horizontal stellen läßt. Denn die Flächen aller Werkzeuge müssen horizontal seyn, weil wir jeden Abriß einer Gegend als eine Projection durch Perpendikel von allen Puncten auf eine horizontale Ebene uns vorstellen. Zu dem Meßtische gehört ein Diopternlinial (Fig. 65.), ein messingenes Linial, an dessen Ende die Dioptern oder Absehen sind, senkrecht gestellte messingene Platten, deren die eine AB einen feinen auf das Linial senkrechten Schlitz zum Durchsehen enthält, die andere einen feinen Faden in einer hinlänglichen Öffnung, den Gegenstand dadurch ins Auge zu fassen. Beide, Schlitz und Faden, müssen in einer auf die Fläche des Linials senkrechten und mit der Schärfe DB parallelen Ebene liegen. Legt man nun auf dem horizontal gestellten Meßtische das Linial so, daß beym Durchsehen der Faden das Object oder eine gewisse Linie auf demselben deckt, und zieht DB, so geht diese DB nach dem Objecte, ohne einen nothwendigen größern Fehler als die halbe Breite des Linials. Am genauesten wird der Schlitz und der Faden der Dioptern über DB gestellt. Visirt man nach einem zweyten Objecte, so hat man den Winkel der Linien von dem Standpuncte nach den Objecten unmittelbar auf dem Papiere, welches ein eigenthümlicher Vorzug des Meßtisches ist. — Man thut wohl, in dem Rande des Meßtisches eine Magnetnadel einzulassen, damit man ihm in jedem Standpuncte dieselbe Lage bequem geben könne. Zu diesem Ende kann man die Magnetnadel auch auf dem Liniale an-

anbringen. Zur Versicherung dienen auch ein paar, an der untern Fläche des Meßtisches befestigte, Dioptern, die auf ein Object beständig gerichtet bleiben müssen.

243. Ein gewöhnliches Werkzeug ist das **Astrolabium**, ein auf seinem Rande in Grade und kleinere Theile eingetheilter Halbkreis, mit einem um den Mittelpunct beweglichen Diopternliniale, und einem Paar Dioptern an den Enden des Halbmessers. Man bringt auf dem Rande wol auf eine ähnliche Art, wie an dem verjüngten Maaßstabe, Transversalen an, um jeden Grad dadurch von 5 zu 5 oder 6 zu 6 Minuten einzutheilen. Der Gebrauch dieses Instruments ist mühsam, weil man die Winkel mittelst des Transporteurs übertragen muß. Zur trigonometrischen Berechnung kann man die Winkel nicht genau genug erhalten. Auch entbehrt man einiger wichtigen Vortheile, die der Meßtisch zur Berichtigung der Messung an die Hand giebt. Inzwischen, wenn man bey Feldvermessungen die Winkel einer Figur zu wissen verlangt, ist das Astrolabium, besonders bey feuchter Witterung, brauchbar.

244. Weit vorzüglicher ist eine Gattung von **Winkelmesser**, der aus einem ganzen Kreise besteht, über dessen Mittelpuncte ein Fernrohr sich herum bewegen läßt, womit zugleich eine Regel herum geführt wird, die auf dem eingetheilten Rande des Werkzeuges den Bogen anzeigt, um welchen das Fernrohr von einem Objecte bis zu einem andern bewegt ist. In dem Fernrohre sind an der gehörigen Stelle zwey Fäden senkrecht über einander gespannt, deren Durchschnitt die Mitte des Gesichtfeldes, oder des Raums angiebt, den man durch dasselbe übersieht. Eine genaue Beschreibung dieses Werkzeuges findet man in Mayers praktischer Geometrie 1. Th. S. 365 — 399. dritte Ausg. Göttingen 1802. Eben daselbst

S. 420. ff. auch eine sehr gute Einrichtung des Meßtisches.

245. Die Theile eines Grades anzugeben, wenn die Regel, welche den Winkel bemerkt, zwischen zwey Theilungspuncte fällt, ist eine sehr bequeme und einfache Vorrichtung der sogenannte Nonius oder richtiger Vernier, ein Kreissector, der mit der beweglichen Regel des Werkzeuges ein Stück ausmacht. Man nimmt (Fig. 66.) auf dem Rande des Werkzeuges ADB einen Bogen DE von 11 Graden oder kleinern Bogentheilen (die Theile der Figur sind der Deutlichkeit wegen viel größer genommen), und macht den Bogen des Verniers FCG so groß als den Bogen FG des innern Randes FG, giebt ihm aber 10 Theile, deren jeder folglich 1° 6′ ist. Die Linie FC sey mit der Gesichtslinie parallel, und falle beym Visiren zwischen zwey Theilungspuncte des Randes. Man sucht alsdann, wo zwey Theilungsstriche des Randes DEFG und des Verniers FGIH zusammentreffen. Von diesem Puncte zählt man auf dem Vernier die Theilungsstriche bis an FH, so ist der Theil des Grades, den man sucht, so vielmahl 6 Minuten, als man Striche oder Theile auf dem Vernier gezählt hat. Kann man nicht zwey genau zusammentreffende Theilungsstriche finden, so muß man durch das Augenmaaß schätzen, wie weit zwey nächste Theilungsstriche des Verniers von den zwischen ihnen liegenden Theilungsstrichen des Randes jeder abstehen, und darnach die 6 Minuten Unterschied eintheilen.

246. Die einfachste und vielleicht beste Art von Winkelmesser ist der Mayerische Reciprangel. Zwey Liniale AB, CD (Fig. 67.) lassen sich mittelst eines Zapfens, der in dem einen befestigt ist, um einen Punct E drehen. Von E aus steckt man auf beiden

Linia-

Linialen die Puncte a, b, c, d, in gleichen Entfernungen von E ab. Über dem beweglichen Liniale AB befestige man ein Fernrohr, lege AB auf CD, und visire nach dem einen Gegenstande M; darauf drehe man es nach dem andern Gegenstande N, messe die Entfernung der Puncte b, d, nach einem verjüngten Maaßstabe, nach welchem der Halbmesser Eb 500 Theile hat, so giebt die Weite bd, in den Sinustafeln aufgesucht, mit Wegwerfung der vier letzten daselbst befindlichen Ziffern, den halben Winkel MEN. Nämlich, wenn der Halbmesser EC (Fig. 59.) 1000 Theile hat, so geben die Sinustafeln die Größe des Sinus ED von ECD unmittelbar, nach weggeworfenen 4 letzten Ziffern; das doppelte von ED ist die Chorde EF des doppelten Winkels. Giebt man daher EC 500 Theile, so wird die Chorde EF durch eben so viele Theile ausgedruckt, als ED enthält, wenn EC = 1000 ist.

Man kann sich auch einen geradlinichten Transporteur verfertigen, auf welchem die Weiten sogleich die Winkel angeben.

Die Liniale (Fig. 67.) lassen sich auch mit Dioptern versehen, wobey es bequem seyn wird, durch ein Gewinde, wie etwa an einem Proportionalzirkel, beide in derselben Ebene sich bewegen zu lassen.

247. Man pflegt sich auch wol der Boussole zum Winkelmessen zu bedienen. Das Diopternlinial, welches sich auf einem Stativ bewegen läßt, bekommt neben der Mitte einen Ansatz, auf welchem ein rundes Gehäuse mit der Magnetnadel befestigt ist. Inwendig ist ein in Grade getheilter Ring, auf welchem die Magnetnadel den Winkel anzeigt, welchen die Mittellinie des Linials mit der Richtung der Magnetnadel macht. Das Werkzeug muß so eingerichtet werden, daß man

es auch zur Auftragung der Linien auf das Papier gebrauchen könne.

248. Einzelne Felder in Grund zu legen, oder eine ihnen ähnliche Figur auf dem Papiere zu verzeichnen, ist auf mehrere Arten möglich. I. Man zerfälle sie in Dreyecke, messe die Seiten jedes Dreyecks, und zeichne mit diesen Seiten, nach dem verjüngten Maaßstabe, ähnliche Dreyecke, in derselben Lage neben einander, wie auf dem Felde (87.). Bey dieser Methode ist der Vortheil, daß der Flächeninhalt der Dreyecke aus ihren Seiten sich ziemlich leicht berechnen läßt.

II. Man messe alle Seiten und Winkel des Umfanges. Nur übel, daß die kleinen begangenen Fehler auf die folgenden Bestimmungen der Lage einen Einfluß haben, sich häufen, und die Figur sich oft nicht schließen lassen (62.). Man muß deswegen längs der kleinern Linien der Figur größere nebenher ziehen, diese bestimmen, und von ihnen aus die kleinern nachholen.

III. Man nehme zwey Standpuncte in der Figur, und visire nach allen Eckpuncten, so geben die Durchschnitte der zusammengehörigen Visirlinien eine der auf dem Felde ähnliche Figur (92.).

IV. Man verbinde alle diese Methoden zusammen, wenn eine derselben bey einzelnen Puncten Schwierigkeiten hat.

249. Bey der Methode (248. II.) hat der Meßtisch den wichtigen Vorzug vor dem Astrolabium, daß man jede Bestimmung durch Vergleichung mit den schon gemachten prüfen kann. Es sey (Fig. 68.) ABCDE die Figur auf dem Felde und abcde eine ihr ähnliche auf dem Papiere. Legt man die Seiten ab, ae, auf die gleichnamigen AB, AE, so fallen auch die gleichnamigen Diagonallinien, wie Ad, ad, auf einander.

ander. Hat man z. E. die Puncte d, e, a, bestimmt, und bringt den Meßtisch in A, so muß, wenn a über A, ae über AE gelegt wird, die Linie ad in die Visirlinie nach D fallen. Man kann dadurch selbst den Punct a bestimmen, wenn man verhindert wird, EA zu messen, oder sich diese Mühe ersparen will.

Auch bey der Methode (248. III.) ist der Meßtisch bequemer. Überhaupt erspart er die Mühe, einen vorläufigen Entwurf zu machen, und ein Memorial zu halten.

250. Kann man das Feld nicht aus zwey Standpuncten übersehen, so verbindet man mehrere Standlinien zusammen, die man entweder unmittelbar nebst ihren Winkeln mißt, oder auch durch Durchschnitte der Visirlinien bestimmt.

251. Bey weitläuftigen Messungen würden am Ende sich die Fehler häufen. Darum muß man mit tüchtigen Winkelmessern, selbst mit astronomischen, die Lage einer Anzahl vorzüglicher Puncte bestimmen, und zwar durch trigonometrische Rechnung, wozu vorher eine hinlänglich große Standlinie zu messen ist. Aus der Standlinie AB und den Winkeln bey A und B (Fig. 69.) berechnet man die Entfernungen AC, BC, des Punctes C, und die AD, BD, des Punctes D. Aus AC und den Winkeln bey A und C berechnet man in dem Dreyecke ACE die Seiten AE und CE, aus CE und den Winkeln bey C und E die Seiten CF, EF. So berechnet man ein Dreyeck nach dem andern, als CBG, CGF, ADH, BDI, und zerlegt die ganze Gegend in Dreyecke, über deren Richtigkeit man mancherley Proben anstellen kann.

Jedes Dreyeck kann man, vermittelst des Meßtisches, mit dem, was es enthält, besonders in Grund

legen, und aus allen Dreyecken eine Charte zusammensetzen.

252. Eine Höhe BC (Fig. 70.) zu messen, wenn man zu dem Puncte B, wohin die lothrechte CB von der Spitze C fällt, kommen kann, messe man von einem beliebigen Puncte A aus die Weite AB, und mit einem Winkelmesser in D über A den Winkel CDE der Linie CD mit der wasserrechten DE. Hieraus läßt sich CE trigonometrisch berechnen (230.); oder man nimmt De nach dem verjüngten Maaßstabe so groß als DE, macht cDe = CDE, und zieht ce senkrecht auf De durch e, so enthält, wegen der ähnlichen Dreyecke DCE, dce, die Linie ce so viel kleine Theile des Maaßstabes als CE große. Zu CE addire man die Höhe des Stativs AD, so hat man die verlangte Höhe BC.

253. Kann man zu dem Puncte B, der senkrecht unter der Spitze C liegt, nicht kommen, wie bey einem Berge, so nimmt man eine Standlinie AD, (Fig. 71.) und mißt die Winkel A, D, berechnet daraus AC oder DC, und daraus in den rechtwinklichten Dreyecken ACB oder DCB die Seite BC.

Oder man zeichnet ein dem Dreyecke ACD ähnliches Acd, zieht cb senkrecht auf die verlängerte Ad, so ist auch das Dreyeck cdb dem CDB ähnlich, und cb enthält so viele Theile als CB, wenn Ad so viele Theile als AD bekommen hat.

254. Die Messung der Höhen hat ihre eigenen Schwierigkeiten, besonders der Berge, wegen der Standlinie und der Strahlenbrechung. Von den Messungen der Höhen durchs Barometer, in der Naturlehre.

X.

X. Das Nivelliren.

255. Nivelliren oder Wasserwägen heißt, finden, wie viel ein Ort über oder unter der Horizontalfläche eines andern Ortes liegt. Die Senkung des niedrigern Ortes unter der Horizontalfläche des höhern heißt das Gefälle von diesem bis zu jenem. Die Horizontalfläche ist diejenige, worauf die Richtung der Schwere senkrecht steht. Sie ist hier nicht sowohl eine Ebene, als ein Stück einer Kugelfläche, in welche sich die Oberfläche eines stillstehenden Wassers setzen würde.

256. Die Erde sey eine Kugel, A (Fig. 72.) ein Ort auf ihrer Oberfläche, aAa ein Bogen eines großen Kreises durch A, dessen Mittelpunct in C; AE eine Berührungslinie oder Horizontallinie durch A. Die Wasserfläche durch A wird sich nach dem Bogen AD stellen, und ein Punct derselben D ist mit A wasserrecht, ob er gleich unter der Horizontallinie AE um die Länge DE vertieft liegt. Es sey B ein Punct auf der Erdfläche zwischen D und E, so liegt B wirklich höher als A, und es könnte kein Wasser von A nach B geleitet werden. Darum muß man immer den Unterschied der wahren Horizontalfläche AD und der scheinbaren AE (der horizontalen Ebene durch A) in Rechnung bringen. Ist AD eine deutsche Meile oder ein Bogen von 4′, so ist DE $= 14\frac{22}{100}$ Rheinl. Fuß. Auf eine halbe Meile ist DE nur den vierten Theil so groß, auf eine Viertelmeile nur den sechzehnten u. s. f. nach den Quadraten der Entfernungen.

257. Zum Nivelliren ist ein Werkzeug nöthig, wodurch man eine horizontale Gesichtslinie von dem Auge nach einem Objecte sehr genau erhalten kann, eine Wasserwage. Man hat es auf mancherley Art eingerichtet. Am besten wird ein Fernrohr mit einer

Glasröhre verbunden, welche bis auf den Raum für eine kleine Luftblase mit Wasser angefüllt ist. Diese begiebt sich immer nach dem obern Ende der Glasröhre, wenn diese noch so wenig von der horizontalen Lage abweicht. In der horizontalen Lage der Röhre schwimmt sie in der Mitte derselben über dem Wasser. Das Fernrohr und die Glasröhre müssen genau in eine horizontale Lage durch dazu dienliche Vorrichtungen gebracht werden können.

258. Bey dem Nivelliren verfährt man folgendergestalt. Ist das Werkzeug ganz zuverlässig, so richtet man es an dem einen Orte A (Fig. 73.) auf, und steckt an dem andern B einen Stab BE senkrecht ein. An dem Stabe muß sich eine bewegliche, halb schwarze, halb weiße Tafel befinden, auf welcher der horizontale Gränzstrich zwischen beiden Farben zum Ziele dient. Man visirt von D nach der horizontalen DE, und läßt die Tafel auf BE so lange verschieben, bis man den Gränzstrich in der Mitte des Fernrohrs gefaßt hat. Man mißt darauf mit einem eingetheilten Stabe die Höhe BE, und zieht davon die Höhe des Werkzeugs AD oder EC ab, so ist CB das Gefälle von B. Wäre BE kleiner als AD, so läge B um den Unterschied von BE und AD höher als A. Die Erniedrigung der wahren Horizontalfläche unter der scheinbaren ist noch in Rechnung zu bringen.

259. Will man auf eine große Weite nivelliren, so steckt man auf beiden Seiten von A, der Station für das Instrument (Fig. 74.), in B und C, die Stäbe BE, CF, visirt von D aus nach E und F, mißt BE und CF; der Unterschied beider, CG, ist das Gefälle von C gegen B. Darauf geht man jenseits C, und sucht das Gefälle des dritten Orts gegen C u. s. f., dadurch erhält man das Gefälle des letzten Orts gegen

gen B. Außer der Geschwindigkeit der Operation hat diese Methode noch den Vorzug, daß ein fehlerhaftes Instrument nicht schadet, wenn nur A die Mitte von BC ist. Denn so viel BE unrichtig bestimmt wird, so viel wird es CF auch, daher CG dennoch richtig gefunden wird.

XI. Die Markscheidekunst.

260. Die **Markscheidekunst** ist eine Anwendung der Geometrie auf das Bergwerkswesen. Sie lehrt die unterirdischen Wege, welche sich der Bergmann gräbt, zu verzeichnen, zu jedem Puncte unter der Erde den senkrecht darüber liegenden anzugeben, die Lage der Gänge, worin die Erze liegen, zu bestimmen, und überhaupt alles, was bey diesem Geschäfte von der Geometrie abhängt. — **Marken** sind gewisse auf der Oberfläche der Erde ausgesteckte Gränzpuncte, und **Markscheiden** sind lothrechte Ebenen durch diese Gränzen, zwischen welchen eine Gewerkschaft bauen darf. Von der Bestimmung dieser Gränzen führt die ganze Kunst den Namen.

261. Die Geschäfte des Markscheidens zerfallen in vier Hauptarten. Diese sind.

1) Eine genaue Messung und Aufnehmung der Linien, ihrer Winkel, des Steigens und Fallens derselben nach Graden, der Lage der großen und kleinen Klüfte in den Gebirgen. Diese Arbeit heißt das **Observiren.**

2) Die Eintragung aller dieser Bemerkungen in eine Tabelle, die genaue Berechnung des Steigens und Fallens aller Linien und Flächen nach dem Lachtermaaße, in Absicht auf eine bestimmte Horizontalebene,

die

die Reduction der geneigten Längen auf den Horizont, und die Anzeichnung jedes bemerkungswerthen Umstandes. In diesem besteht die Verfertigung der Observationstabelle.

3) Die Ausarbeitung der nöthigen Risse von der aufgenommenen Gegend, nach der Observationstabelle; dieses heißt das Zulegen.

4) Die Bestimmung der Richtungen und Puncte, nach welcher die vorhabenden Arbeiten gewiß zutreffend fortzusetzen sind, und dieses nennt man das Anweisen.

262. Zur Messung der Längen bedient der Markscheider sich einer messingenen Meßkette, die eine Länge von sechs Lachtern zu haben pflegt. Ein Lachter ist etwas mehr als sechs Rheinländische Fuß, nicht allenthalben gleich, (das Clausthalische $73\frac{6}{10}$ Rheinl. Zoll, das Freybergische 75 Zoll $10\frac{3}{4}$ Lin. *),) wird aber allgemein in 80 Zoll eingetheilt. Außer der Meßkette braucht man noch eine Schnur von feinem Messingdrathe (auch eine seidene), um die mit der Kette zu messenden Linien damit zu ziehen, und die gleich zu erwähnenden Werkzeuge daran zu hängen. Sie wird an ein Paar kupfernen (auch eisernen) Pfriemen befestiget, die man an den Endpuncten der zu messenden Linie einschraubt, es sey in feststehendem Holze oder in ein Paar eingeschlagenen Spreizen.

263. Die Neigung der gemessenen Linie gegen den Horizont mißt man mit dem Gradbogen oder der Hän-

*) Nach von Oppeln; gegenwärtig 7 Leipz. Fuß oder 75, 56 Rheinl. Zoll. S. Lempens Markscheidekunst §. 61., wo aber durch einen Rechnungsfehler nur 74,96 Rheinl. Zoll angegeben sind. Von O. rechnet das Lachter zu $2\frac{1}{2}$ Freybergische Ellen, die ein weniges größer sind, als die Leipziger Elle.

Hängewage, einem in Grade eingetheilten Halbkreise von Messingblech, den man an die straff ausgespannte Schnur mittelst ein Paar Haken hängt. Die Abweichung des aus dem Mittelpuncte herabhängenden Lothes von der Mitte des Halbkreises giebt die Neigung der Linie gegen den Horizont an.

264. In dem bey C rechtwinklichten Dreyecke ABC (Fig. 75.) sey AB die gemessene Länge, AC eine lothrechte, CB eine horizontale Linie. Den Winkel ABC nennt der Markscheider die Donlege oder das Fallen der Linie AB, sie selbst eine donlegige Linie, AC die Seigerteufe, CB die Sohle. Aus der Donlege und der Länge der donlegigen Fläche lassen sich die Teufe und die Sohle trigonometrisch berechnen (230.); auch hat man besondere Tafeln, dem Markscheider dieses Geschäft zu erleichtern.

265. Zur Bestimmung der Lage der gemessenen Linie muß man noch die Abweichung der lothrechten Ebene, worin sie befindlich ist, von der Mittagsfläche, oder ihr Streichen, angeben. Dieses geschieht, nur nicht in Eisenbergwerken, vermittelst des Hängecompasses. Ein rundes Kästchen mit einer Magnetnadel ist in einem Ringe durch ein Paar Zäpfchen beweglich, um horizontal gestellt werden zu können. Der Ring wird an einem andern Ringe befestiget, welcher vermittelst ein Paar Haken an der vorhergedachten Schnur aufgehängt wird. Die Mittagslinie des Compasses fällt immer in die lothrechte Ebene durch die Schnur, und die Magnetnadel zeigt auf dem eingetheilten Rande des Kästchens den Winkel jener Ebene mit dem magnetischen Meridian an. Ist nun die Abweichung der Magnetnadel von der Mittagsfläche bekannt, so wird daraus das Streichen der Linien oder ihrer lothrechten Ebene gefunden. Der Umfang des Randes ist

in

in zweymahl 12 Stunden eingetheilt, deren jede wieder in 8 Theile getheilt wird. Diese Eintheilung in Stunden rührt vermuthlich daher, daß man in den ältern Zeiten, vor Erfindung des Compasses, die Lage der Linien in Absicht auf die Mittagsfläche nach dem Stande der Sonne, den sie zu dieser oder jener Stunde des Tages hat, angab. Die Stunden werden von Mitternacht gegen Morgen, und von Mittag gegen Abend gezählt. Die Weltgegenden sind auf dem Compasse in entgegengesetzter Ordnung als am Himmel eingeschrieben. Denn wenn eine Linie z. E. um 2 Stunden oder 30 Grad von Mitternacht gegen Morgen abweicht, so weicht die Magnetnadel um so viele Grade linker Hand von der Mittagslinie des Compasses ab. Darum muß Morgen linker Hand von Mitternacht auf dem Compasse stehen, das Gesicht gegen Mitternacht gewandt.

266. Es sey in A (Fig. 76.) die Einfahrt eines Seigerschachtes (einer viereckigen senkrechten Grube) AB; in B gehe die Strecke BC hinunterwärts. Man setze durch BC die senkrechte Ebene ADCS, in welcher AD und SC horizontal oder söhlig, AS, DC lothrecht oder seiger sind. Hier ist BS die Seigerteufe, um welche die Strecke BC fällt, SC die Sohle, der Winkel BCS die Donlege. In A sey AM die Mittagslinie, in B sey sie BM, und Bb in der Ebene AC horizontal, so ist der Winkel MBb der Winkel unserer Ebene mit der Mittagsfläche. Alles dieses erfährt man durch die vorher beschriebenen Werkzeuge. Man gedenke sich durch A eine wasserrechte Ebene, auf welcher AM die Mittagslinie, MAD = MBb, und AD = SC ist, so ist D der senkrecht über C befindliche Punct, und DC = AB + BS die Seigerteufe des Punctes C unter D.

267.

267. Die zweyte Strecke CE senke sich aufs neue unter C in einer andern senkrechten Ebene CGET unter dem Winkel CET, und diese Ebene mache mit der Mittagslinie CM den Winkel MCG, indem CG eine horizontale Linie in der Ebene CTE ist. Es seyn CT und GE lothrecht, CG und TE horizontal, so ist die Seigerteufe CT und die Sohle TE durch die Messung der Donlege CET bekannt, und MCG durch Hülfe des Compasses. Zieht man durch den vorher zu Tage (auf der Erdfläche), in dem Horizonte durch A, bestimmten Punct D die Mittagslinie DM, und macht den Winkel MDF = MCG, und DF = TE, so ist F senkrecht über E, und der senkrechte Abstand beider ist FE = AB + BS + CT.

268. So kann man durch alle Wendungen des unterirdischen Weges fortfahren, und den Ort eines jeden Punctes angeben. Es sind dazu gewöhnlich zweyerley Risse nöthig, ein söhliger und ein Seigerriß. Der erste giebt die Durchschnitte der lothrechten Ebenen, worin die Strecken liegen, mit einer horizontalen Ebene, und die Länge ihrer Sohlen nach einem verjüngten Maaßstabe an, oder er ist die verjüngte Projection des unterirdischen Weges auf eine horizontale Ebene, so wie es AD und DF von BC und CE sind. Der Seigerriß giebt die Tiefe jedes Punctes unter dem Horizonte der Einfahrt, oder ist die Projection auf eine gewisse senkrechte Ebene. Es sind überhaupt zwey Seigerrisse nöthig, deren Projectionsebenen sich senkrecht schneiden.

Z. E. Es stellt der Zug BCDEF (Fig. 77.) die Lage und Länge der auf einen gemeinschaftlichen Horizont übergetragenen Sohlen vor; die Linien Ab, Ac, Ad, Ae, Af, die Tiefen der Punete B, C, D, E, F,

F, unter dem Horizonte der Einfahrt A. Die Linien bc, cd etc., sind nicht die Strecken selbst, es müßte denn die Ebene des Seigerrisses durch eine Strecke selbst gehen oder damit parallel seyn. Die Linie AA auf dem Risse bekommt gegen die Mittagslinie AM dieselbe Lage, welche die lothrechte Ebene, worauf die Puncte übergetragen worden, mit der Mittagslinie macht.

269. Diese Arbeit oder das Zulegen geschieht, was die Winkel betrifft, am genauesten mit demselben Compasse, womit die Stunden der Strecken in der Grube aufgenommen sind. Er wird auf einer Platte, welche die Gestalt eines Rechtecks hat, befestigt. Die längern Seiten desselben sind mit der Mittagslinie des Compasses parallel, und dienen zur Ziehung der Linien. Man legt eine solche Seite z. E. in B (Fig. 77.) an, und läßt die Magnetnadel auf die Stunde einspielen, welche sie in der Grube bey B zeigte, zieht BC an dem Instrumente, steckt darauf die Längen der Sohlen ab, so ist das erste Stück des unterirdischen Weges zugelegt. Mit den folgenden verfährt man auf dieselbe Art.

270. Die Messung in der Erde nennt man einen Grubenzug, die über der Erde einen Tagezug. Soll man den Punct über der Erde finden, der lothrecht über einem gegebenen Puncte in der Erde ist, so verfährt man folgendergestalt. Es sey ABCDE (Fig. 78.) der söhlige Riß, und der zu E gehörige Punct am Tage sey anzugeben. Man ziehe auf dem Risse die Linie AE, messe sie nach dem verjüngten Maaßstabe, und den Winkel MAE mit der Mittagslinie AM. Kann man zu Tage die Linie AE nach ihrer Länge und Richtung ohne Hinderniß ausstecken, so ist der gesuchte

Punct

Punct dadurch unmittelbar bestimmt. Wo nicht, so bestimme man den Punct E vorläufig, nach dem Augenmaaße, und suche sich einige Puncte, P, Q, aus, über welche man von A nach E messen kann. Man messe die Länge von AP, PQ, desgleichen ihre Winkel mit der Mittagslinie MAP, MPQ, so kann man P und Q auf den Riß tragen. Hieraus erfährt man die Lage und Länge von QE; steckt man sie diesem gemäß auf dem Felde ab, so ist dadurch der verlangte Punct E gefunden.

271. Eben so verfährt man, wenn ein Stollen, d. i. ein fast horizontaler unterirdischer Weg, in einer bekannten Lage bis auf eine gewisse Länge getrieben ist, und man zu Tage die Stelle angeben will, wo er aus dem Gebirge hervortreten würde, wenn man ihn bis zu Ende verlängerte, in der Absicht, von dieser Seite her dem Stollen entgegen zu kommen.

272. In den Gebirgen finden sich sowohl Klüfte, d. i. schmale Spaltungen, als Gänge, d. i. weit ausgestreckte Trennungen, die mit einem von dem Gebirge unterschiedenen Gestein angefüllet sind. Die Wände eines Ganges, eine von den übrigen Theilen desselben sich unterscheidende kennbare Einfassung, heißen die Saalbänder. Das Gestein, worauf der Gang ruht, heißt das Liegende des Ganges; dasjenige, was ihn von oben deckt, das Hangende. Diese Gänge sind die Geburtsörter der Metalle, daher die Bestimmung ihrer Lage ein wichtiges Stück der Markscheidekunst ist.

273. Die beiden parallelen Ebenen ADHE und BCFG (Fig. 79.) stellen die beiden Seitenflächen eines Ganges, die Saalbänder, vor, obgleich diese nicht

mathematisch parallel und eben sind. Zuerst wird man das Streichen des Ganges auszumachen haben, nämlich den Winkel EAM, welchen der Durchschnitt AE dieser Seitenflächen und einer horizontalen Ebene PAE mit der Mittagslinie AM macht; zweytens den Winkel der Seitenflächen mit dem Horizont, nämlich den spitzen Winkel DAB, den zwey auf den Durchschnitt AE gefällte Perpendikel, DA in der Seitenfläche, und AB auf einer horizontalen Ebene mit einander machen (168.), das Fallen des Ganges. Jenes erfährt man wie in (265.) durch den Compaß; zu dem andern braucht man die Hängewage, die man an der in einer lothrechten Ebene parallel mit der Seitenfläche des Ganges ausgespannten Schnur aufhängt.

274. Will man das Ausstreichen eines Ganges zu Tage angeben, oder die Linie CF, in welcher die eine Seitenfläche den Horizont eines Ortes auf der Erdfläche HDCF schneidet, so muß zuvörderst die Tiefe der Puncte A oder B unter diesem Horizonte nach (266. ff.) gefunden werden. Diese sey CQ. In dem rechtwinklichten Dreyecke CQB findet man aus CQ und dem Winkel CBQ die Grundlinie BQ. Die senkrechte Ebene FCQ durch FC und CQ schneide den Horizont von AB in Qq, so ist diese mit FC parallel. Die Linie FC ist parallel mit BG, dem Durchschnitte der Seitenfläche FCB mit dem Horizonte von AB, also ist auch Qq mit BG parallel (174. III.), folglich auch mit AE, dem Durchschnitte der andern Seitenfläche des Ganges mit dem Horizonte von AB. Zieht man also in dem söhligen Risse durch den zu A gehörigen Punct die Linie EA unter dem Winkel EAM mit der Mittagslinie, und mit dieser die Parallele Qq in der Entfernung AB + BQ, so giebt diese die Linie, in wel-

welcher die Seitenfläche BCF des Ganges zu Tage ausgeht.

Man gebraucht dieſes, wenn man die Gränzen, wie weit eine Gewerkſchaft nach dem Streichen des Ganges in die Länge bauen dürfe, zu Tage ausſtecken will, alſo ganz eigentlich zum Markſcheiden.

275. Es ſey ADBC (Fig. 80.) eine der Seitenflächen eines Ganges, deren Durchſchnitt mit dem Horizonte durch A die Linie AC, und mit dem durch B die BD iſt. Der Horizont durch BD ſey die Ebene EDBF. Der Winkel dieſer Linien mit der Mittagslinie iſt das Streichen des Ganges. Man ziehe in der Seitenfläche des Ganges AD und CB ſenkrecht auf DB, und in der Ebene EDBF die ſenkrechten ED, FB, gleichfalls ſenkrecht auf DB; ſo iſt der Winkel ADE oder CBF das Fallen des Ganges. Zieht man AE und CF lothrecht auf EDBF, ſo iſt AE oder CF die Tiefe von B unter dem Horizonte von A, und ED iſt die Sohle von AD oder von der Gangesebene ADBC.

Auf dem ſöhligen Riſſe des Weges von A nach B hat man den Punct E als die Projection von A, ſo wie auch B. Zieht man nun von jenem zu dieſem, über alle etwanige Krümmungen des ſöhligen Weges die gerade Linie, welche die Projection von EB vorſtellt, beſchreibt über derſelben einen Halbkreis, und zieht darin die Chorde BD dem Streichen des Ganges gemäß, ſo iſt die Chorde des Complements ED die Sohle (138.). Dieſe muß mit der aus der gemeſſenen Tiefe AE des Punctes B unter dem Horizonte von A und dem Fallen des Ganges berechneten Sohle völlig übereinſtimmen, wenn Meſſung und Zeichnung richtig ſind. Die mit BD parallele EF iſt das Ausſtrei-

chen des Ganges zu Tage, wenn A auf der Erdfläche ist.

276. Ändert der Gang sein Streichen hin und wieder etwas, behält aber sein Fallen, so kann man hiernach das Hauptstreichen des Ganges angeben, das ist, die mittlere Richtung desselben. Man legt nämlich in dem Halbkreise über EB die Sohle ED als Chorde, so ist DB das Hauptstreichen. Ändert er beides, das Streichen und Fallen, doch nur mäßig, so nehme man das Mittel zwischen den verschiedenen Neigungen, und verfahre damit wie mit der beständigen in (275.).

277. Hat man an zwey Stellen einer Grube A und B einerley Streichen und Fallen eines Ganges gefunden, und will entscheiden, ob es derselbe oder vielmehr zwey parallele Gänge sind, so beschreibe man über der söhligen Linie EB zwischen A und B einen Halbkreis, und lege darin als Chorde die Sohle des Ganges ED für die Teufe AE. Hat nun die Chorde des Complements DB eine mit dem Streichen der Gänge übereinstimmende Lage, so sind sie ein und derselbe Gang.

278. Sind die beiden Gänge verschieden, aber doch parallel, so sind ihre Durchschnitte mit einer horizontalen Ebene auch verschieden, aber parallel. In (Fig. 81.) bedeuten die Puncte E und B dieselben wie in (Fig. 80.), auch BD den Durchschnitt der Gangesebene durch B mit der horizontalen Ebene von B; aber diese Gangesebene gehe nicht durch A, sondern drüber hinaus, und die zu A gehörige schneide die horizontale durch B in bd parallel mit BD. Zieht man EdD senkrecht auf die Parallelen bd und BD, so ist Ed die Sohle des zu A gehörigen Ganges, und ED die Sohle des zu B gehörigen. Wird nun nach (278.) die Sohle Ed aus der Teufe AE (Fig. 80.) und dem Fal-

Fallen des Ganges berechnet, und in den über EB beschriebenen Kreis als Chorde getragen, so trifft die von d nach B gezogene Linie mit dem Streichen BD des Ganges durch B nicht überein; auch wird der Winkel E nicht das Complement des Streichungswinkels B seyn. Nähme man aber den Winkel E von gehöriger Größe, so würde Ed nicht bis zu dem Kreise reichen.

XII. Einige Begriffe von den Kegelschnitten.

279. Wenn man einen Kegel schief (nicht parallel mit der Grundfläche) schneidet, so entstehen nach der Lage des Schnittes gewisse Figuren daraus, die **Kegelschnitte**, welche mancherley merkwürdige Eigenschaften haben. Man setze in dem Kegel ABCEA (Fig. 57.) das Dreyeck ABE senkrecht auf die Grundfläche, wenn etwa die Axe AF nicht senkrecht darauf steht, und verlängere die Seitenlinien AB, AE, unbestimmt über B und E hinaus, zugleich auch auf der andern Seite von A, so fägt sich zu dem Kegel ABEA noch ein umgekehrter Kegel mit gemeinschaftlicher Axe und Spitze. Der schiefe Schnitt werde in e eingesetzt. Trifft er die Seite AB, so ist der Schnitt eine **Ellipse** (in einem besondern Falle auch ein Kreis); ist er mit AB parallel, so ist er eine **Parabel**; trifft er die jenseitige Verlängerung von BA oberhalb A, also den entgegengesetzten Kegel, so machen beide Schnitte eine **Hyperbel** aus.

280. Die **Ellipse** ist eine mehr oder weniger länglicht gerundete Figur (Fig. 82.). Zwey Linien AB, DE, die sich in ihrem Mittelpuncte C schneiden, theilen sie in vier gleiche und ähnliche Quadranten. Diese Linien heißen die **Axen**, AB die große, DE die

kleine. Auf der großen Axe sind in gleicher Entfernung von dem Mittelpuncte C zwey merkwürdige Puncte F, f, die **Brennpuncte**. Zieht man von denselben an irgend einen Punct des Umfanges G die Linien FG, fG, so ist die Summe FG + fG = AB, der großen Axe. Daraus ergiebt sich ein leichtes Verfahren, die Ellipse zu beschreiben. Ferner machen diese Linien mit der Berührungslinie Tt in G gleiche Winkel, TGF = tGf, so daß, wenn eine spiegelnde Ebene nach der Figur der Ellipse gekrümmt, und senkrecht auf die Fläche derselben gesetzt würde, die Lichtstrahlen in der Fläche der Ellipse, welche von einem leuchtenden Puncte in F ausführen, nach f hin zurückgeworfen werden würden. Je näher die Brennpuncte bey einander liegen, desto mehr nähert sich die Ellipse dem Kreise, in welchem beide Brennpuncte mit dem Mittelpuncte zusammenfallen.

281. Die **Parabel** ist eine Figur mit zwey ins Unendliche fortlaufenden Schenkeln, wie (Fig. 83.). Eine Linie AX, die Axe, theilt sie in zwey gleiche Hälften. Auf derselben liegt ein Punct F, dessen Entfernung von dem Scheitel A die Figur der ganzen Parabel bestimmt. Er heißt ebenfalls der **Brennpunct**. Wenn man nämlich an einen Punct des Umfanges M aus F die Linie FM, und durch M die Parallele MN mit der Axe zieht, so machen beide mit der Berührungslinie Tt in M gleiche Winkel, so daß Lichtstrahlen, die parallel mit der Axe auf einen paraboliſchen Spiegel fallen, alle nach F hin zurückgeworfen werden, und umgekehrt. — Läßt man von M ein Perpendikel MP auf die Axe, so ist FM = AP + AF, woraus eine bequeme Verzeichnung der Parabel fließet. — Ferner ist das Quadrat von PM so groß als das Rechteck von AP in das vierfache von AF, so daß sich die

Linien

Linien PM und die dazu gehörigen AP wie Wurzeln und Quadrate verhalten.

282. Die **Hyperbel** besteht aus zwey zusammengehörigen, ins Unendliche fortlaufenden, gleichen und ähnlichen Linien NAM, nBm, jede mit zwey Schenkeln, wie (Fig. 84.). Die Linie durch die Scheitelpuncte A, B, die **Axe**, wenn sie auf beiden Seiten nach X und Z unbestimmt verlängert wird, theilt jede dieser Linien in zwey gleiche und ähnliche Theile. Die Hyperbel hat zwey **Brennpuncte** F, f, welche die Eigenschaft haben, daß der Unterschied zweyer Linien MF, Mf, die von irgend einem Puncte des Umfanges M an F und f gezogen werden, der Axe AB gleich ist. Wenn einer derselben ein leuchtender Punct ist, so werden die von ihm an die Hyperbel auffallenden Strahlen zurückgeworfen und zerstreut, daß ihre Verlängerungen rückwärts durch den andern Brennpunct gehen. Die Berührungslinie in jedem Puncte M macht nämlich mit FM und fM gleiche Winkel auf jeder Seite.

Durch den **Mittelpunct** der Hyperbel C lassen sich zwey gerade Linien DCE, HCG ziehen, welchen sich die Schenkel dieser krummen Linie immer mehr nähern, ohne sie je, in einer bestimmten, noch so großen Entfernung zu erreichen. Diese Linien heißen daher **Asymptoten**. Wenn man durch irgend einen Punct der Hyperbel M die Parallele MD mit der einen Asymptote bis an die andere zieht, und durch den Scheitel A die Parallelen AI, AK, mit jeder der Asymptoten, woraus das gleichseitige Parallelogramm AICK entsteht, so ist DM so vielmahl in AI enthalten, als CI in CD. Ist z. E. CD = 4 CI, so ist DM = $\frac{1}{4}$ CI = $\frac{1}{4}$ AI. Daher ist jedes Parallelogramm wie CDML dem AICK gleich (114.).

Die

Die hyperboliſchen Räume, wie AIDM, zwiſchen den beiden Parallelen AI und MD, dem Stücke ID auf der Aſymptote und dem Bogen AM, verhalten ſich wie die Logarithmen von CD, wenn CD durch CI als die Einheit ausgedruckt wird, oder wachſen in demſelben Verhältniſſe, in welchem die Logarithmen von den Zahlen, wodurch die Linien CD mittelſt CI ausgedruckt werden, zunehmen.

Zieht man durch den Scheitel auf die Axe eine ſenkrechte AD bis an die eine Aſymptote, ſo iſt CD = CF = Cf, der Entfernung der Brennpuncte vom Mittelpuncte.

283. Dieſe krummen Linien haben die Geometern ſehr früh beſchäftigt. Der Scharfſinn der alten griechiſchen Mathematiker in der Unterſuchung ihrer Eigenſchaften hat den Neuern nicht viel übrig gelaſſen. Die Meſſung der hyperboliſchen Räume iſt eine Entdeckung der neuern Zeiten. Wer ſeinen geometriſchen Fleiß den Kegelſchnitten widmen will, wird ihn vollkommen belohnt finden.

Verzeichniß einiger Bücher zur Arithmetik und Geometrie.

1. C. von Clausberg demonstrative Rechenkunst. 4 Th. 8. Erste Auflage, Leipzig 1732; fünfte 1796. In den beiden ersten Theilen die theoretische allgemeine Rechenkunst, in den beiden andern die angewandte besondere.

2. Reimers Anweisung zur Rechenkunst. Zweyte Aufl. Hamburg 1776. 8. Sehr brauchbar, zunächst für den Kaufmann, zugleich theoretisch. Die ausführliche und genaue Vergleichung der Gold- und Silbermünzen, der Handelsgewichte, der Ellen-, Fuß- und Kornmaaßen, und der Maaßen flüssiger Dinge, ist bequem eingerichtet.

3. Die Rechenkunst, abgehandelt von F. Ch. L. Karsten. Zweyte Aufl. Bützow 1786. 8. Eines der brauchbarsten Bücher in diesem Fache.

4. Euklidens Elemente der Geometrie bleiben immer wegen ihrer Gründlichkeit und Nettigkeit die vorzüglichsten. Nur seine Lehre von der Proportion macht dem Anfänger zu schaffen. Wer ihn, diese Lehre ausgenommen, ohne fremde Hülfe verstehen gelernt hat, ist der Geheimnisse der höhern Mathematik fähig. Hr. Lorenz hat eine sehr gute deutsche Uebersetzung dieser Elemente geliefert, Halle 1781. 8., wovon die zweyte durchaus verbesserte Ausgabe das. 1798 herausgekommen ist; auch die sechs ersten Bücher nebst dem eilften und zwölften (die Stereometrie) noch besonders für Schüler, eben daselbst.

5. Kästners Anfangsgründe der Arithmetik und Geometrie. Fünfte Aufl. Göttingen 1792. Sehr dienlich, den neuern Zustand dieser Wissenschaften kennen zu lernen. Der Verf. bleibt in der Geometrie nahe beym Euklides.

6. W. J. G. Karstens Anfangsgründe der mathematischen Wissenschaften, 11 Band, Greifswald 1780. 8. Enthält die Rechenkunst, Geometrie und ebene Trigonometrie sorgfältig und etwas ausführlicher als gewöhnlich abgehandelt. In der ersten Abtheilung des zweyten Theils des Lehrbegriffs der gesammten Mathematik von demselben Verfasser, Greifswald 1786, findet man eine weitere Ausführung der Rechenkunst und Trigonometrie. Von dem ersten Theile, der die Rechenkunst und Geometrie enthält, ist 1782 eine zweyte verbesserte Auflage erschienen.

7. Von Segner Vorlesungen über die Rechenkunst und Geometrie. Lemgo, zweyte Aufl. 1767, (4 Alph. 8 B.) 4. sind zu eigenem Unterrichte dienlich.

8. Eulers vollständige Anleitung zur Algebra, 2 Theile, Petersb. u. Leipz. 1771. 8. Sehr deutlich.

9. Von der Feldmeßkunst hat man viele Schriften, als: Penthers praktische Geometrie, sechste Ausgabe, Augsb. 1761. fol.; zum handwerksmäßigen Gebrauch. — Böhms Anleitung zur Meßkunst auf dem Felde, erste Aufl., Frkf. u. Lpz. 1759. 4.; zweyte 1779, nicht hinlänglich. — Hogreve Anweisung zur topographischen Vermessung eines ganzen Landes, Hannover u. Leipz. 1773. 8.; kurz, aber brauchbar; eine gute Anleitung zum Gebrauch des Meßtisches. — Desselben praktische Anweisung zum planimetrischen Vermessen der Feldmarken ꝛc. Hannov. 1797. 4. mit 12 großen Kupfern. Eine umständliche Anweisung an einem Beyspiele, mit sehr guten Mustercharten. — Von dem Verfahren bey der Ausmessung eines Landes mit Zuziehung der Trigonometrie und Astronomie kann man sich unterrichten aus Bugge Beschreibung der Ausmessungs-Methode, welche bey der dänischen geographischen Karte angewendet worden, (aus dem Dänischen übersetzt) Dresden 1787. 4. mit Anmerkungen von dem Sächs. Ingenieur-Major Aster. — Mayers Unterricht zur praktischen Geometrie. Zweyte vermehrte und verbesserte Auflage. Drey Theile. Göttingen 1792-95. 8.; dritte, erster Th. 1802. Sehr gründlich und vollständig, bey weitem das beste Werk in diesem Fache.

10. Picards Abhandlung vom Wasserwägen, mit neuen Beyträgen von Lambert. Berlin 1770. 8.

11. (von Oppeln) Anleitung zur Markscheidekunst, Dresden 1749. 4. ein Hauptbuch. Kurz ist Weidlers Anleitung zur unterirdischen Meß- oder Markscheidekunst, übersetzt, Wien 1765. 8., wozu Kästners Anmerkungen über die Markscheidekunst, Göttingen 1775, gelehrte Erläuterungen liefern. Eine umständliche Anwendung der ebenen und sphärischen Trigonometrie enthält Lempe's Markscheidekunst, Leipzig 1782. 8.; die Fortsetzung, Leipzig 1792.

12. Zur Einleitung in die Mathematik überhaupt dient vortrefflich Büsch Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften, zweyte durchaus umgearbeitete, mit einer mathem. Bibliographie vermehrte Ausgabe, Hamburg 1795. 8.

IV.

Die

Naturlehre

nebst

der Mineralogie.

Das vierte Hauptstück.

Die Naturlehre.

Einleitung.

In der Geometrie betrachteten wir bloß die Formen der Körper und ihrer Begränzungen; die Körper waren uns bloße Verstandesbegriffe, die nichts enthalten, was wir ihnen nicht beylegen: nun wollen wir sie als wirkliche Dinge betrachten. Wirklichkeit oder Daseyn schließt irgend ein Vermögen, in andern wirklichen Dingen Veränderungen hervorzubringen, oder kurz, zu wirken, in sich. Was auf keine Art wirkte, wäre auch nicht etwas Vorhandenes. Das Vermögen zu wirken nennen wir Kraft, und Körper sind also Dinge, die uns als ausgedehnt erscheinen, und mit irgend gewissen Kräften begabt sind, oder, wenn man lieber will, Verbindungen von Kräften, die sich uns als ausgedehnte Dinge darstellen.

Kraft ist die Ursache einer Wirkung. Beide Begriffe gehören als Verhältnißbegriffe zusammen. Sie machen ein Hauptstück der Ausstattung aus, die unser Geist erhalten hat. Wir schöpfen sie nicht aus der Erfahrung, aber wenden sie auf Gegenstände der Erfahrung an. Wie die Kräfte der Körper mit ihnen vereinigt seyn, erkennen wir freylich nicht. Die in-

nere Beschaffenheit der Dinge ist unserm Blicke entzogen. Wir können aber die Gesetze der Kräfte und ihre Verwandtschaften erforschen. Und hiermit können wir erstaunlich viel ausrichten, so daß wir uns wohl zufrieden geben mögen, wenn wir auch die Kräfte an sich zu begreifen gar nicht im Stande sind.

Die Naturlehre ist durchaus eine Anwendung des wichtigen Begriffs von Ursache und Wirkung. Die Ursachen der Naturbegebenheiten oder Naturerscheinungen zu erklären, ist ihr höchster Zweck. Sie sucht die versteckten Kräfte, die bey den Wirkungen in der Körperwelt geschäftig sind, vielleicht sogar selbst zu ergründen, wenn sie sich so viel zutraut, oder wenn sie bescheidener ist, nur die Gattungen der Kräfte zu unterscheiden; die Art, wie sie wirken, anzugeben, und wo möglich ihre Größe durch Vergleichungen zu bestimmen. Sie untersucht die Beschaffenheiten der Materien, woraus die Körper zusammengesetzt sind, hauptsächlich in Rücksicht auf die Wirkungen, die sie gegen andere äußern, um dadurch diese Materien als bestimmte körperliche Kräfte in ihren Schlüssen zu gebrauchen. Die Naturlehre ist demnach die Kenntniß der körperlichen Kräfte und der Beschaffenheiten der Körper, so fern diese zur Erforschung und Vergleichung der Kräfte dienen.

Viele Naturwirkungen bestehen in Bewegungen, die wir durch Hülfe der Mathematik deutlich entwickeln und darstellen können. Denn Geschwindigkeit und Zeit lassen sich, jene durch Linien, diese durch Zahlen für eine gewisse Einheit, ausdrucken, und Kräfte lassen sich mittelst ihrer Wirkungen mathematisch vergleichen. Selbst die Lichtstrahlen, als Ausflüsse der leuchtenden Körper betrachtet, gestatten eine Zeichnung und Berechnung ihres Weges; auch die Stärke des

Lichts

Lichts läßt sich durch Vergleichungen angeben. Den Schall unterwirft man der Rechnung, weil die Schwingungen der Luftwellen sich berechnen lassen; und Töne druckt man durch Zahlen aus, nämlich durch die Verhältnißzahlen der Schwingungen gespannter Saiten in einer und derselben Zeit.

Daher ist die Mathematik in der Physik unentbehrlich; viele physische Lehren erfordern sogar eine tiefe Einsicht in dieselbe. Alle diejenigen Untersuchungen, bey welchen die Mathematik alles oder das meiste thun muß, machen die mathematische Physik aus, welche Newton in ihrem ganzen Umfange, mit geringer Hülfe von seinen Vorgängern, so glücklich bearbeitet hat, daß seine Nachfolger fast nur seinen Plan weiter auszuführen brauchten. Sie begreift die Mechanik, die Optik und die Astronomie. Die letztere hat man wegen ihres weiten Umfanges, und weil ein großer Theil derselben eine bloß mathematische Untersuchung der Bewegungen der Himmelskörper enthält, von der Physik als eine besondere Wissenschaft getrennt, so daß man nur die begreiflichsten und allgemein interessanten Resultate in die Physik aufzunehmen pflegt. Derjenige Theil der Astronomie, welcher die Bewegungen der Himmelskörper aus physischen Grundsätzen herleitet, ist der erhabenste, aber auch schwerste Theil der Naturlehre, nur durch Hülfe der höhern Mathematik begreiflich. Die Untersuchungen über unsern Erdkörper im Ganzen betrachtet, und seine großen Haupttheile, sind Anwendungen der Naturlehre, die man bequem unter dem Namen der physischen Geographie absondert, oder im Auszuge anhängt. In der Optik muß man auch die Theorie der Fernröhre und Mikroskope von der Physik trennen, und bloß die Resultate der ziemlich verwickelten Rechnungen

ihr zum Gebrauche mittheilen. Überhaupt machen jene drey vorher genannten Abschnitte der Naturlehre auch, wie schon in der Einleitung zu der Mathematik angezeigt worden, einen Theil der angewandten Mathematik aus. Als mathematische Wissenschaften enthalten sie manches, was für die Physik nicht brauchbar ist, und schränken sich in Absicht des Physikalischen ein.

Viele Wirkungen hängen unmittelbar von den besondern Beschaffenheiten der Körper ab, von ihren Bestandtheilen nämlich und von der Mischung derselben. In Absicht auf diese greift die Naturlehre in eine der Mathematik ganz entgegengesetzte, bloß empirische Wissenschaft, oder vielmehr wissenschaftliche Kunst, die Chemie ein. Diese beschäftigt sich mit der Untersuchung der einfachen, oder für uns gleichartigen, nicht weiter auflösbaren Bestandtheile der Körper, und ihrer mannigfaltigen, sowohl natürlichen als künstlichen Verbindungen. So fern die Chemie die Beschaffenheit der einfachern körperlichen Stoffe und ihrer Wirksamkeit kennen lehrt, ist sie ein Haupttheil der Naturlehre; die Anwendung dieser allgemeinern Kenntnisse auf die Untersuchung der einzelnen natürlichen Körper ist, wie die Astronomie, von der Naturlehre abzusondern; noch mehr die Anwendungen der Chemie auf die Arzeneykunst, das Fabrikenwesen, die Metallurgie, Landwirthschaft, Baukunst, Geschützkunst und andere solche Gegenstände.

Einige Erscheinungen in der Natur sind von einer solchen Beschaffenheit, daß Mathematik und Chemie zu ihrer Erklärung keine oder nur geringe Hülfe leisten, als die Elektricität, das Licht in einigen seiner Wirkungen, Hitze und Kälte, die meisten Lufterscheinungen, der Magnetismus und die Anzie-

hungs-

hungskräfte der Körper, die sich berühren. Die Untersuchungen dieser Naturerscheinungen gehören der Naturlehre eigenthümlich zu, wenn auch auf manche andere die Mathematik oder die Chemie Ansprüche zu haben scheinen sollten.

Die Mineralogie wird gewöhnlich zur Naturgeschichte gerechnet, und nicht ohne Grund, da sie die natürlichen Körper nach sichern Kennzeichen unterscheidet und ordnet. Allein dieses kann sie nicht vollkommen leisten, ohne die Kenntniß der Bestandtheile und der Mittel zur Zerlegung der Körper vorauszusetzen. Sie hängt also ganz von der Naturlehre und insbesondere der Chemie ab. Daher wird sie füglicher mit der Naturlehre verbunden, zumal da die Zusammensetzung der Mineralien sie von den organisirten Körpern, den Pflanzen und Thieren, auf das deutlichste unterscheidet. Die Betrachtung der letztern hat einen ganz andern Zweck als die Untersuchung der Mineralien.

Die Naturlehre dienet vortrefflich zur Übung des philosophischen Nachdenkens. Sie beschäftigt das Vergleichungsvermögen auf mancherley Art, bey der Aufsuchung der Ursachen zu den beobachteten Wirkungen; bey der Vereinigung verschiedener Erscheinungen unter eine allgemeine und einfache; bey der Erfindung der Versuche, wodurch man die verwickelten Wirkungen der Natur von einander sondert und recht ins Licht setzt; auch bey der Wahrnehmung der Beziehungen der Dinge und ihrer Kräfte auf einander. Sie verschafft daher dem Philosophen vortrefflichen Stoff zu brauchbaren Betrachtungen.

Erster Abschnitt.

Allgemeine Eigenschaften der Körper.

1. Alle Körper sind aus unzählbaren Theilchen zusammengesetzt, ohne daß wir die Gränze der Theilbarkeit anzugeben vermögen. Diese Theile vereinigt unser Geist zu einem Ganzen, dem er Gestalt und Größe, das ist Ausdehnung, giebt. Ausdehnung ist also die Vorstellung von der Art, wie uns die Körper überhaupt erscheinen, ohne auf irgend eine besondere Beschaffenheit und Wirksamkeit derselben zu achten. Wir können uns daher Ausdehnung selbst ohne Wirklichkeit gedenken, wie es in der Geometrie geschieht. Sie ist das erste, was wir uns an einem Körper vorstellen. Sie ist uns so unentbehrlich, daß wir oft etwas Ausgedehntes erdenken, um Naturwirkungen zu erklären, ob wir gleich es nicht sinnlich darstellen können.

2. Die Feinheit der körperlichen Theile, so weit sie noch sinnlich wahrgenommen werden können, ist sehr groß. Ein Gran Gold läßt sich in einen Faden von 500 Fuß ausdehnen, enthält also, wenn der Zoll sich nur in 300 erkennbare Theilchen theilen läßt, 1800000 unterscheidbare zusammenhängende Theilchen. Reaumur fand, daß $36\frac{2}{3}$ Quadratzoll Blattgold ein Gran wiegen, woraus folgt, daß die Dicke eines Goldblättchens nur $\frac{1}{3660}$ Zoll beträgt. In einem Gran Gold sind daher über eine Billion Theilchen von dieser Dicke. Beym Vergolden des Silberdrats wird die Dicke des Goldblättchens noch viel kleiner,

ner, ob es gleich noch ganz zusammenhängend bleibt. — Ein Gran Kupfer in Salmiakgeist aufgelöset, färbt 15 Pfund Wasser blau, und giebt jedem Tropfen einen Geschmack. Da ein Gran Kupfer nur den neunten Theil des Raums ausfüllt, welchen ein Gran Wasser einnimmt, so ist das Kupfer in einen über eine Millionmahl größern Raum durch die Auflösung im Wasser verbreitet. — Stark riechende Materiale, als Moschus, Assa fötida, verlieren in mehrern Tagen nichts am Gewichte, ob sie gleich die Luft herum mit ihren Ausdünstungen erfüllen. — Die Feinheit der Organe in den mikroskopischen Thierchen übersteigt unsere Einbildungskraft. Man hat Thierchen beobachtet, die nur den tausendsten Theil eines etwas großen Sandkorns im Durchmesser zu haben schienen.

3. Die Theilung der Körper kann nicht ins Unendliche fortgehen, weil ein unendlich kleiner Theil eine bloß abstracte mathematische Idee ist. Doch sieht man auch keinen Grund, warum zusammengesetzte Theilchen nicht noch weiter zerlegbar seyn sollten. Diese Schwierigkeit darf man in der Naturlehre ganz bey Seite sezzen, da sie es nur mit dem sinnlichen Scheine zu thun hat. Wir dürfen uns die Körper vorstellen, als zusammengesetzt aus höchst feinen unzerlegbaren Theilen, **Atomen**, und können es nicht anders, da wir an die Vorstellung von Ausdehnung bey allem, was materiell ist, gebunden sind, nur müssen wir über Figur und Beschaffenheit der Grundtheilchen nichts erdichten. Daß sie ungleichartig seyn, ist begreiflich. Darauf beruht die Verschiedenheit der Grundstoffe in den Körpern, und ihrer Wirkungsarten auf einander. Die Grundstoffe haben wir durch chemische Zerlegung, so weit es möglich ist, zu erforschen, wenn wir auch nicht bis auf die einfachsten Grundstoffe, die **Elemente**,

kommen können, sondern uns mit den zusammengesetzten Bestandtheilen begnügen müssen.

4. Man schreibt den Körpern **Undurchdringlichkeit** zu, in dem Sinne nämlich, daß zwey Körper, als wirkliche Dinge, nicht einen gemeinschaftlichen Raum einnehmen können, wie es bey den geometrischen gedacht werden kann. Inzwischen vereinigen sich bey vielen Verbindungen der Körper ihre Bestandtheile so innig mit einander, daß man es für ein **Durchdringen** möchte ansehen können. Salz in Wasser geworfen durchdringt alle Wassertheilchen bis zu den kleinsten gedenkbaren. Zwey Metalle zusammengeschmolzen durchdringen sich gegenseitig. So auch Kieselerde und Pottasche in dem Glase, welches durch Hülfe des Feuers aus jenen entsteht. Fast alle Edelgesteine enthalten verschiedene Erdarten, die bey ihrer so gleichförmig scheinenden Mischung innigst genau mit einander verbunden seyn müssen. Am deutlichsten sieht man die Durchdringlichkeit an den Mittelsalzen (Kochsalz, Salpeter u. a.), welche zweyerley Gattungen von Salzen so vollkommen vereinigt enthalten, daß die besondern Eigenschaften derselben sich heben und neue hervorbringen. Bestehen die Grundstoffe aus unzerlegbaren Theilchen, so ist die innigste Verbindung noch immer eine bloße Mischung, besonders, wenn sie durch die Kunst wieder getrennt werden mag. Ist die Materie der Körper aber nur das Resultat von Kräften, so läßt sich von diesen die Undurchdringlichkeit nicht behaupten. Mehrere Kräfte können in einem Puncte vereint wirken. Körperliche Substanzen lassen sich alsdann nicht bloß als theilbare Massen mischen und trennen, sondern können sich auch durchdringen, und dadurch ganz andere Eigenschaften erhalten, oder sie haben das **Vermögen, sich gegen-**

genseitig auf mancherley Art, durch die innigste Vereinigung umzubilden.

5. Die Art, wie zwey oder mehrere Körper neben einander sich befinden, nennt man ihre gegenseitige Lage, eine bloß geometrische Verknüpfung der Körper, wobey wir auf die Ursachen, welche diese Verknüpfung bewirkt und bestimmt haben, keine Rücksicht nehmen. Wir gedenken uns in jedem Körper einen gewissen Punct, und verknüpfen dergleichen Puncte durch Linien. Die Länge und die Lage dieser Linien sind es, wodurch der Ort jedes Körpers bestimmt wird. Dabey nehmen wir irgend einen Körper, auch wohl einen bloßen Punct, als den Mittelpunct an, auf welchen wir die Örter der übrigen Körper beziehen, z. B. in der Astronomie unsere Erde oder die Sonne.

6. Was man im gemeinen Leben Raum nennt, hat man auch in die Naturlehre und Metaphysik übergetragen. Man stellt sich eine ganz unbegränzte Ausdehnung vor, in welcher man jedem Körper seinen Platz anweiset. Dieses muß aber wiederum durch Linien und Winkel geschehen, so daß die Vorstellung des allgemeinen Raumes unnöthig ist. Besser erklärt man Raum als die Ordnung oder Verknüpfung der zugleich vorhandenen Körper.

7. Allen Körpern kommt Beweglichkeit zu. Bewegung ist eine Veränderung des Ortes, die von einem Körper entweder ganz allein, oder doch zum Theil herrührt. Denn die Veränderung des Ortes eines Körpers in Absicht auf einen andern kann in jedem derselben allein, oder in beiden zugleich gegründet seyn. Beide können sich auch bewegen, ohne ihre Entfernung von einander zu ändern. Ein Beyspiel einer bloß scheinbaren Bewegung haben wir an der täglichen

Bewegung der Fixsterne von Morgen gegen Abend, welche durch den Umschwung der Erde um ihre Axe von Abend gegen Morgen veranlaßt wird. Die Bewegung der Planeten am Himmel ist theils scheinbar, theils wirklich, weil der Lauf der Erde um die Sonne ihre Bewegung anders erscheinen macht, als sie wirklich ist.

8. Eine Bewegung kann aus mehrern zusammengesetzt werden. Ein Mensch gehe z. B. auf einem segelnden Schiffe von einem Borde zu dem andern, so wird seine Bewegung in Absicht auf die Erdfläche aus seiner besondern in Absicht auf das Schiff, und aus der Bewegung des Schiffes zusammengesetzt. Da die Erde sich täglich um ihre Axe dreht, und jährlich um die Sonne läuft, so ist die Bewegung jenes Menschen in Absicht auf die Sonne vierfach zusammengesetzt. Die Sonne selbst hat mit den Planeten eine uns nur unvollkommen bekannte fortrückende Bewegung, so daß die Bewegung jenes Menschen noch weiter zusammengesetzt wird. Man nennt die Bewegung eines Körpers in Beziehung auf einen andern sich auch bewegenden Körper die relative Bewegung, und in Beziehung auf einen unveränderlichen Punct die absolute Bewegung. Da wir keinen solchen Punct angeben können, so haben wir in der Naturlehre es bloß mit relativen Bewegungen zu thun. Denjenigen Körper, auf welchen wir die Bewegung eines andern beziehen, betrachten wir als ruhend, indem die ihm mit den andern gemeinschaftliche Bewegung bey Seite gesetzt wird.

9. Die Beschaffenheit der Bewegung wird theils durch die Gestalt des Weges bestimmt, welchen der Körper oder vielmehr ein gewisser Punct desselben nimmt, theils durch die Länge des Weges in Ver-

Vergleichung mit dem Wege, den ein anderer Körper mit jenem zugleich durchläuft. Derjenige von beiden, dessen Weg, bey einerley Zeit, der längere ist, hat eine größere Geschwindigkeit. Diese Beschaffenheit der Bewegung, welche wir unter Geschwindigkeit verstehen, wird bloß durch Vergleichung erkannt.

10. Kein Körper hat das Vermögen, sich selbst in Bewegung zu setzen, oder seine Bewegung, in Absicht auf Richtung oder Geschwindigkeit zu ändern. Denn man kann einem Körper keine Wahl der Richtung und der Geschwindigkeit beylegen. Äußere Ursachen müssen diese bestimmen. Bey einem ruhenden Körper wird niemand es sich anders denken können. Aber eben der Grund findet bey einem in Bewegung begriffenen Körper Statt. Stellt man eine Kugel auf ein horizontales Brett, und schiebt das Brett in dieser Lage fort, so läuft die Kugel zurück, um in ihrer Stelle zu bleiben; hat aber die Kugel mit dem Brette eine gemeinschaftliche Bewegung bekommen, und das Brett wird aufgehalten, so läuft die Kugel vorwärts, indem sie ihre Bewegung fortzusetzen sucht. Ein Stein, den man im Laufen fallen läßt, fällt neben dem Leibe nieder, von dem Mastkorbe auf einem segelnden Schiffe neben dem Maste. Hält ein Wagen plötzlich still, so bekommt eine darin sitzende Person einen Stoß vorwärts. — Wird die Richtung oder Geschwindigkeit eines Körpers geändert, so rührt dieses von äußern Ursachen her, als von dem Reiben an den Maschinen, von dem Widerstande der Luft bey schwingenden Körpern, von der Schwere bey geworfenen Körpern.

11. Diese Eigenschaft aller Körper, ohne äußere Ursache den Zustand der Ruhe oder der Bewegung nicht zu verändern, heißt das Beharrungsvermögen, besser als Trägheit oder Kraft der Trägheit (inertia,

vis

vis inertiae). Das Beharrungsvermögen ist der Grund der Gegenwirkung, wenn ein Körper einen ruhenden in Bewegung zu setzen, oder einen bewegten, es sey nun aufzuhalten oder zu beschleunigen strebt. Die Veränderung des Zustandes in dem letztern kann nicht ohne eine Veränderung in dem erstern geschehen, der für die Bewegung, welche er jenem ertheilt oder nimmt, einen Theil seiner Bewegung verlieren muß. Daher ist eine Anstrengung unserer Muskeln nöthig, wenn wir eine Veränderung des äußern Zustandes eines Körpers bewirken wollen. Das Beharrungsvermögen ist eine Folge der Wirklichkeit der Körper.

11. Allein dieses Beharrungsvermögen der Körper würde für sich keine Verbindung derselben zu einem Ganzen bewirken können. Jeder ruhte entweder, bis ihn ein ohngefährer Stoß eines andern aus seinem Orte triebe, oder er bewegte sich einzeln gerades Weges fort, bis daß er auf einen andern stieße, und dadurch zu einer Änderung seiner Bewegung genöthigt würde.

13. Es ist daher eine allgemeine Kraft nöthig, welche die einzelnen Körper zu einem Ganzen verbindet, ohne sie an einander zu schließen, und die besondern Bewegungen aufzuheben. Diese allgemeine Kraft steht nicht im Widerspruche mit dem Mangel der Freywilligkeit zur Bewegung. Denn wenn gleich ein Körper seinen Zustand nicht durch sich selbst verändern kann, so können doch zwey oder mehrere auf einander wirken; ja wir müssen den Körpern eine gegenseitige Wirksamkeit beylegen, wenn sie wirklich vorhandene Dinge seyn sollen. Bey dem Stoße äußert sich zwar das Beharrungsvermögen durch Gegenwirkungen, aber hier ist in der That keine Ausübung von Kraft, sondern nur ein gegenseitiges Leiden von Veränderungen; keine Hervorbringung neuer Bewegungen, sondern nur

Ver-

Vertheilung der schon vorhandenen. Wir müssen den Körpern mehr als Leidensfähigkeit, wir müssen ihnen auch Thätigkeit beylegen, nur keine auf sie selbst, sondern nach außen gerichtete. Diese Thätigkeit muß sich unter allen Umständen äußern, nicht gelegentlich, wie bey dem Stoße.

14. Da wir diese Thätigkeit der Körper bloß aus dem Begriffe von ihrer Wirklichkeit herleiten, so ist sie eine allgemeine Eigenschaft der Körper. Ihre Wirkungsart ist daher allgemein, und besteht in der Hervorbringung von Bewegung, einer Veränderung des Zustandes, welcher alle Körper fähig sind. Mit der Zusammensetzung der Körper aus ihren Bestandtheilen hat sie nichts zu thun, weil diese, als etwas jedem Körper eigenthümliches, von besondern Kräften abhängt. Die Bewegung, welche Körper durch diese allgemeine Kraft hervorbringen, ist gegenseitig, aber nicht gleich, wenn die Körper nicht gleich sind. Sie geschieht bey zwey Körpern nach einer geraden Linie zwischen denjenigen Puncten dieser Körper, in welchen ihre ganze Wirksamkeit sich vereinigen läßt, weil bey einer andern Richtung ein äußerer Grund vorhanden seyn müßte, der diese Richtung bestimmte. Die Bewegung muß in einer gegenseitigen Annäherung bestehen, weil ein Bestreben sich von einander zu entfernen kein System von Körpern zuläßt. Mit dieser Annäherung kann sich aber die eigene Bewegung der Körper, durch ihr Beharrungsvermögen, verbinden, und dadurch eine Bewegung nach irgend einer Richtung veranlassen. Wenn mehrere Körper auf einander wirken, so muß in jedem aus den Wirkungen der übrigen und seiner eigenen Bewegung eine zusammengesetzte Bewegung entstehen.

15. Diese allgemeine Kraft, welche wir den Körpern beyzulegen nöthig gefunden haben, ist keine andere als diejenige, welche wir auf der Erde mit dem Namen der Schwerkraft oder der Schwere belegen. Diese Kraft hält alle zur Erde gehörigen Körper auf eine freye Art mit ihr verbunden, so daß jeder noch auf alle Arten beweglich bleibt. Eben diese Kraft ist es, welche den Mond bey der Erde erhält, der sonst durch die Bewegung, welche er in seiner Bahn hat, wegfliegen würde, wie ein Stein, der an einem Faden herum geschwungen wird, sobald man den Faden fahren läßt. Sie ist es auch, welche das ganze Heer der Planeten und Kometen in ihren Bahnen um die Sonne zu gehen nöthigt. Sie ist also eine durch die ganze Natur verbreitete Kraft, deren genauere Kenntniß uns in den Stand setzt, den Weltkörpern ihre Bahnen vorzuzeichnen.

16. Es ist wahr, wir begreifen nicht, wie Körper in der Entfernung, ohne Zwischenmittel, auf einander wirken können; aber Schlüsse und Erfahrung stoßen den Satz der alten Metaphysik um, daß kein Körper in der Entfernung zu wirken vermöge. Wollte man ein flüssiges Wesen um die Erde setzen, so ist bey diesem wieder die Frage, woher es seine Kraft habe. Ist es selbst schwer, so ist nichts erklärt; ist es nicht schwer, wie bleibt es bey der Erde? Es müßte wie die Luft und jedes flüssige Wesen die Körper auch aufwärts drücken, und ein Körper müßte schwerer werden, wenn man seine größere Seitenfläche der Richtung des Drucks entgegenstellte.

17. Außer dieser allgemeinen Bewegungskraft haben die Körper noch manche besondere Kräfte, wodurch sie auf einander wirken, sich gegenseitig auflösen, sich mit einander vereinigen, und dadurch mancherley

Bil-

Bildungen, sowohl in Absicht auf Gestalt als innere Beschaffenheit, annehmen. Von diesen wird in der Folge das Nöthige angeführt werden.

18. Die Körper werden überhaupt in feste und flüssige abgetheilt. An den festen ist der Zusammenhang der Theile merklich, in einem größern Grade an den harten, in einem geringen an den weichen. Flüssige Körper sind solche, deren Theilchen nicht allein einen so geringen Zusammenhang haben, daß sie sich sehr leicht trennen lassen, sondern auch unter und über einander, innerhalb der ganzen, nicht von der Stelle bewegten Masse des flüssigen Körpers, nach jeder Richtung leicht beweglich sind, daher jeder Druck auf einen Theil sich nach allen übrigen in gleicher Stärke fortpflanzt. In einzelne besondere feste Theilchen, wie einen Haufen feinen Sandes, kann man keinen flüssigen Körper theilen, der vielmehr den Raum, welchen er einnimmt, in allen Theilen desselben, ohne irgend eine Absonderung ganz auszufüllen scheint.

19. Von manchen Flüssigkeiten äußern die Theilchen ein Bestreben zusammenzufließen, daher die Tropfen entstehen, zu welchen sich kleine abgesonderte Massen derselben vereinigen. Diese heißen tropfbare Flüssigkeiten, als Wasser, Wein, Weingeist, Öl, geschmolzene Metalle, welche sich tropfenweise aus einem Gefäße ausgießen lassen, und mit ihrer Oberfläche, im Ruhestande, sich wagerecht stellen. Von einigen flüssigen Materien sind die Theilchen in einem Bestreben, sich von einander zu entfernen. Diese lassen sich zusammendrücken und dehnen sich wieder aus, wenn der Druck nachläßt. Man nennt sie elastische Flüssigkeiten. Dergleichen

ist die uns umgebende Luft. Die tropfbaren Flüssigkeiten lassen sich auch, aber nur sehr wenig, zusammendrücken. Wenn die Flüssigkeiten, die wir durchs Auspressen erhalten, als Wein oder Öl, sich leicht zusammendrücken ließen, so würde es viele Schwierigkeit machen, sie zu bereiten. Das Wasser würden wir nicht aus den Körpern treiben können, die wir davon befreyen wollen, z. B. aus frischgeschöpften Papierbogen oder aus nasser Leinwand. — Einige flüssige Materien sind unserm Gefühle nach naß, weil sie von den Öffnungen der Haut eingesogen werden, als Wasser, Wein, Milch; andere scheinen uns nicht naß, als Queckſilber und Luft. Diese Eintheilung bezieht sich bloß auf unsere Empfindung, und ist daher in Absicht auf die Flüssigkeiten selbst nicht brauchbar.

Zweyter Abschnitt.

Von der Bewegung und dem Gleichgewichte der Körper.

I. Von der Bewegung überhaupt.

20. Wenn auf einen sich bewegenden Körper keine äußere Ursachen wirken, so ist seine Bewegung unveränderlich oder gleichförmig. In der Natur finden wir zunächst um uns keine unveränderliche Bewegung als die Umdrehung der Erde um ihre Axe, welche höchstens nur äußerst kleine Ungleichheiten haben kann. Daraus entsteht die scheinbare gleichförmige Kreisbewegung der Fixsterne am Himmel, nach welcher wir die künstlichen, zur Gleichförmigkeit eingerichteten Bewegungen an den Uhren prüfen.

21. Die gleichförmigen Bewegungen dienen uns, die Zeit zu messen. Zeit ist überhaupt die Vorstellung einer zusammenhängenden Folge von Zuständen eines Dinges. Die Zeiten, welche zu gleichen Theilen des Weges eines gleichförmig bewegten Körpers gehören, sind gleich, und daher verhalten sich irgend zwey Zeiten wie die in denselben gleichförmig zurückgelegten Wege. Demnach setzen wir für die Zeiten die Wege, oder die um einen Punct oder eine Linie beschriebenen Winkel. So gebrauchen wir die Umläufe der Zeiger einer richtig gehenden Uhr, und die Theile eines Umlaufes. Die Uhren pflegen zur Übereinstimmung mit dem täglichen Umlaufe der Sonne eingerichtet zu werden, und zwar nach dem mittlern,

weil die Umläufe der Sonne sich nicht völlig gleich sind. Ein Uhrtag ist daher ein künstliches Zeitmaaß; ein natürliches ist die Zeit eines Umlaufes der Fixsterne, wodurch jenes berichtigt wird; ein anderes ist die Zeit eines Umlaufes der Erde um die Sonne, von welchem aber das künstliche Zeitmaaß, welches wir ein Jahr nennen, noch etwas verschieden ist. Die Astronomie bestimmt und vergleicht die Zeitmaaßen.

22. Nehmen wir irgend einen Zeitabschnitt zur Einheit an, so giebt der in dieser Zeit gleichförmig beschriebene Weg eines Körpers das **Maaß der Geschwindigkeit** desselben ab. Die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die in einerley Zeit gleichförmig beschriebenen Wege.

23. Dividirt man den in irgend einer Zeit gleichförmig beschriebenen Raum durch die Zeit, so hat man den in der Zeiteinheit beschriebenen Raum, oder das Maaß der Geschwindigkeit. Z. B. ein Körper lege in 5 Secunden einen Weg von 400 Fuß zurück, so ist das Maaß seiner Geschwindigkeit 80 Fuß. — Daher giebt der Raum durch das Maaß der Geschwindigkeit dividirt die Zeit, und das Maaß der Geschwindigkeit mit der Zeit multiplicirt giebt den Weg, alles für die gleichförmige Bewegung. Bey den ungleichförmigen dient ein etwas abgeändertes Verfahren, die Geschwindigkeit in jedem Puncte des Weges zu bestimmen.

24. Die **relative Geschwindigkeit** eines Körpers in Absicht auf einen andern, der sich mit ihm auf derselben geraden Linie bewegt, ist die Summe der Geschwindigkeiten beider Körper, wenn sie einander entgegen laufen, oder sich von einander entfernen; der Unterschied, wenn sie einerley Richtung haben. Einer

von

von beiden wird in dem erstern Falle als ruhend angesehen, in dem zweyten Falle der langsamere.

25. Ein Körper bewege sich nach der geraden AD (Fig. 1.). Über der AD, als Diagonale, werde ein Parallelogramm ABDC beschrieben, so sind die Seiten desselben, AB, AC, die relativen Bewegungen nach den Richtungen dieser Linien, indem AD die absolute Bewegung ist. Relative Bewegung ist die Weite, um welche sich ein Körper nach einer gegebenen Richtung in einer gewissen Zeit (der Zeit auf AD) von einer gegebenen geraden Linie entfernt. Auch die Bewegung auf einer krummen Linie läßt sich auf diese Art in zwey geradlinichte zerlegen. Die absolute Bewegung wird rückwärts aus der relativen zusammengesetzt.

26. Ein Körper erhalte durch einen zweyfachen Stoß oder auf andere Art nach zweyerley Richtungen eine Bewegung, oder er werde durch eine stetig wirkende Kraft von der Richtung, nach welcher er mit einer gewissen Geschwindigkeit fortgehen würde, abgelenkt, so sind beiderley Bewegungen als relative anzusehen, woraus die wirkliche einfache zusammengesetzt wird. So wie bey einer relativen Bewegung die andere als nicht vorhanden betrachtet wird, so darf man von zweyerley wirklichen Bewegungen die eine derselben auch bey Seite setzen, und so wie aus den relativen Bewegungen die absolute zusammengesetzt wird, so entspringt auch eine einfache Bewegung aus zwey verschiedenen.

27. Bey der geradlinichten Bewegung verhalten sich die relativen Bewegungen immer auf dieselbe Art. Man nehme auf AD einen Punct G, und ziehe durch denselben GE mit AC, und GF mit AB parallel, so sind AE, AF die zu der absoluten Bewegung

AG gehörigen relativen Bewegungen, und es ist AE : AF = AB : AC. Ist die Bewegung auf AD gleichförmig, so sind die relativen es auch. Die Geschwindigkeiten auf AD, AB, AC, verhalten sich alsdann wie diese Linien.

Beschreibt der Körper aber eine krumme Linie, so ist das Verhältniß der relativen Bewegungen veränderlich; und umgekehrt geschieht die absolute Bewegung auf einer krummen Linie, wenn jenes Verhältniß veränderlich ist. Dies ist der Fall bey der Bewegung eines geworfenen Körpers, wenn die Richtung des Wurfs nicht lothrecht ist. Bey der krummlinichten Bewegung sind die beschriebenen Wege nicht bloß Merkmahle der Zeiten, sondern auch der einwirkenden Kräfte.

II. Von dem Stoße der Körper.

28. Wenn ein sich bewegender Körper einen andern auf seinem Wege antrifft, so entsteht durch das Beharrungsvermögen eine Veränderung in dem Zustande beider Körper. Wir wollen nur den leichtesten Fall betrachten, da die Körper Kugeln von ähnlichen Massen sind, welche sich auf einer vollkommen glatten, horizontalen Tafel bewegen, so daß die Schwere gar nicht in Betrachtung kommt. Diese Kugeln sind entweder vollkommen harte Körper, die sich gar nicht zusammendrücken lassen, oder vollkommen elastische, die ihre Figur ändern lassen, und sie mit derselben Kraft, durch welche sie geändert war, auch wieder herstellen.

29. Die Kugeln seyn vollkommen hart, und die geschwindere A bewege sich nach derselben Richtung wie B (Fig. 2.), so ist die gemeinschaftliche Geschwindigkeit nach dem Stoße, mit welcher sie als ein einziger Körper fortgehen, der Quotient von der Sum-

Summe der Producte jeder Maſſe in ihre Geſchwindigkeit dividirt durch die Summe der Maſſen. Laufen ſie einander entgegen, wie (Fig. 3.), ſo iſt anſtatt der Summe der Producte der Unterſchied zu nehmen. Die Maſſen werden durch die Gewichte der Körper ausgedruckt. Z. B. die Maſſe von A ſey 8, von B 4 Unzen; A habe die Geſchwindigkeit 6; B die Geſchwindigkeit 3, ſo iſt die gemeinſchaftliche Geſchwindigkeit nach dem Stoße, in dem erſtern Falle, $\frac{48+12}{8+4} = 5$, und in dem zweyten $\frac{48-12}{8+4} = 3$.

30. Das Product aus der Maſſe in die Geſchwindigkeit nennt man die **Größe** oder die **Quantität der Bewegung**. Die Einheit in dieſem Producte nenne man einen *Grad der Bewegung*. Was der eine Körper durch den Stoß an dieſer Quantität gewinnt, das verliert der andere, wenn beide ſich nach derſelben Richtung bewegen. Laufen ſie einander entgegen, ſo wird in demjenigen, deſſen Bewegung die größere iſt, eine Quantität der Bewegung vernichtet, die ſo groß iſt, als die Bewegung des entgegen laufenden, und dann verliert er noch ſoviel an ſeiner Bewegung, als der andere nach derſelben Richtung mit ihm erhält.

31. Es ſeyn beide Körper *vollkommen elaſtiſch* und von ähnlichen Maſſen. Durch den Stoß werden die Theile derſelben zuſammengedrückt, ſuchen ſich aber ſogleich wieder in ihre Lage zu verſetzen, mit derſelben Kraft, mit welcher ſie zuſammengedrückt waren. Dadurch wird in dem Körper B, deſſen Bewegung die kleinere iſt, eine doppelt ſo große Veränderung der Bewegung hervorgebracht, als ſie bey dem Stoße unelaſtiſcher, oder bey der einfachen Mittheilung der Bewegung ſeyn würde. Dabey verliert aber

auch der andere A doppelt so viel als in jenem Falle. Dividirt man die Bewegung eines jeden durch seine Masse, so hat man die Geschwindigkeit desselben.

Exempel I. A habe die Masse 8 und die Geschwindigkeit 6, B die Masse 4 und ruhe, so verliert A von 48 Graden der Bewegung, durch die einfache Mittheilung, 16 Grade. Eben so viel verliert er durch die Elasticität, behält also noch 16, daher seine Geschwindigkeit, nach derselben Richtung wie vor dem Stoße, 2 ist. Hingegen B gewinnt 2 mahl 16 Grade, erhält also die Geschwindigkeit 8. — Hätte B auch die Masse 8, so verlöre A zuerst 24 Grade der Bewegung und durch die Elasticität eben so viel, also seine ganze Geschwindigkeit; B aber gewinnt zweymahl 24 Grade der Bewegung, und erhält die Geschwindigkeit 6, welche A hatte. Auf der Billiardstafel sieht man dieses bestätigt, wiewohl man wegen des Reibens und der nicht ganz vollkommenen Elasticität des Elfenbeins etwas abrechnen muß. Die Kugeln müssen vollkommen gleiches Gewicht haben. — Legt man eine Anzahl gleicher elastischer Kugeln in eine gerade Linie, und läßt nach eben derselben eine ihnen gleiche auf sie stoßen, so bleibt diese mit allen jenen Kugeln bis auf die letzte liegen, die mit der Geschwindigkeit der anstoßenden davon fliegt.

II. A habe die Masse 8 und die Geschwindigkeit 6; B die Masse 4 und Geschwindigkeit 3 nach derselben Richtung. Jene verliert durch den einfachen Stoß 8 Grade der Bewegung, eben soviel durch die Elasticität, behält also von 48 Graden der Bewegung vor dem Stoße noch 32 Grade und eine Geschwindigkeit 4; B aber bekommt zu 12 Graden vor dem Stoße noch 16 Grade, hat also 28 Grade nach dem Stoße und die Geschwindigkeit 7.

Es habe A die Masse 2 und Geschwindigkeit 16, B die Masse 3 und Geschwindigkeit 1 nach derselben Richtung, so verlieret A zweymahl 18 Grade, da er nur 32 hatte. Dieses zeigt an, daß A zurückgeht, mit 4 Grad Bewegung, also einer Geschwindigkeit 2. B aber bekommt zu 3 Grad Bewegung noch 36, und eine Geschwindigkeit 13.

III. A habe eine Masse 3 und Geschwindigkeit 8; B eine Masse 2 und entgegengesetzte Geschwindigkeit 7, so verliert A 2 mahl 18 Grad Bewegung, hat also 12 Grade entgegengesetzter, und eine zurückgehende Geschwindigkeit 4. Die entgegengesetzte Bewegung von B vernichtet von jenen 36 Graden, die A verliert, 14 Grade, die übrigen 22 Grade sind vorwärts zu nehmen, und die Geschwindigkeit von B ist 11.

Gleiche elastische Körper, die einander begegnen, gehen mit verwechselten Geschwindigkeiten zurück.

32. Man bemerke an diesen Beyspielen von dem Stoße elastischer Körper,

1) Daß die Summe oder der Unterschied der Producte aus den Massen in die Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich sind, jene, wenn die Körper einerley Richtung haben, diese, wenn sie entgegengesetzte Wege laufen. Eben dieses gilt auch von unelastischen Körpern.

2) Daß die Summe der Producte aus den Massen in die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoße gleich sind, die Körper mögen laufen, wie sie wollen.

3) Daß die relative Geschwindigkeit (24) vor und nach dem Stoße dieselbe ist, so daß die Körper nach dem Stoße sich mit derselben Geschwindigkeit von

einander entfernen, mit welcher sie sich vor dem Stoße einander näherten.

33. Wirkung und Gegenwirkung sind sich gleich und entgegengesetzt. Dieses Gesetz der Bewegung wird man aus der Lehre vom Stoße am deutlichsten begreifen. Die Veränderungen, welche beide Körper in dem Producte ihrer Massen in die Geschwindigkeiten leiden, sind gleich und entgegengesetzt. Die Veränderungen der Geschwindigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Massen der Körper, und werden aus der relativen Geschwindigkeit vor dem Stoße gefunden, wenn man bey vollkommen harten Körpern diese Geschwindigkeit selbst, bey vollkommen elastischen ihr doppeltes nach dem umgekehrten Verhältnisse der Massen eintheilt. Haben die Körper einen gewissen Grad der Weichheit, daß ihre Theile sich zusammendrücken lassen, ohne sich ganz wieder herzustellen, so verliert der eine Körper etwas von seiner Bewegung, ohne daß diese bey dem andern wieder hervorgebracht würde.

34. Die vorgetragenen Lehren durch die Erfahrung zu prüfen, hänge man die Kugeln A, B, (Fig. 4.) an den gleichen Fäden CA, DB auf, und lasse sie in den Viertelkreisen EA, FB von gewissen Puncten G, H herabfallen. Die Geschwindigkeiten in den untersten Puncten A, B, verhalten sich wie die Chorden GA, HB. Man muß aber auf den Widerstand der Luft, und die Beschaffenheit der Körper in Betracht ihrer Elasticität, Rücksicht nehmen.

35. Von dem schiefen Stoße verdient ein Fall betrachtet zu werden. Es sey A (Fig. 5.) eine ruhende Kugel, auf welche die Kugel B, die vor dem Stoße die Richtung CB hatte, trifft. Man ziehe durch die Mittelpuncte der Kugeln die Linie BAD, so liegt

der

der Berührungspunct beider Kugeln auf dieser Linie. Durch denselben ziehe man EF senkrecht auf BD, und mit dieser BG parallel. Auf der verlängerten CB nehme man BH gleich der Geschwindigkeit der Kugel B, oder dem in einer bestimmten Zeit durchlaufenen Raume, ziehe HG mit BD, HI mit BG parallel, so kann man nach (25.) die Bewegung nach BH ansehen, als wäre sie aus zwey Bewegungen, einer nach BI, und einer nach BG, zusammengesetzt, und die Geschwindigkeiten nach diesen Richtungen verhalten sich wie diese Seitenlinien des Parallelogramms BGHI (27.). Nach der Richtung BG thut B keine Wirkung auf A, so wenig als wenn sie nach BG an der Kugel A vorbey gienge. Nach BI aber wirkt sie ganz auf A mit der Geschwindigkeit BI. Daher erfolgt nach der Richtung BI die Bewegung von A, eben so als bey dem centralen Stoße. Die Kugel B aber nimmt eine zwischen BG und BH liegende Richtung, wenn sie noch eine Geschwindigkeit nach BI behält; fliegt nach BG ab, wenn sie diese Geschwindigkeit ganz verliert, und bewegt sich, wenn sie eine der BI entgegengesetzte Geschwindigkeit bekommt, nach einer auf der andern Seite von BG liegenden Richtung. Auf dem Billiard kommt der schiefe Stoß häufig vor. Die Kugel B fliegt nach BG ab, wenn beide Kugeln gleich groß und völlig elastisch sind.

36. Wenn eine elastische Kugel auf eine unbewegliche Ebene stößt, so wird sie unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie auffiel. Es stelle (Fig. 6.) AB die Ebene vor, gegen welche eine elastische Kugel sich nach DC bewegt. Man zerfälle die Bewegung derselben, wozu man einen willkührlichen Theil EC des Weges nehmen kann, in zwey, eine nach EF senkrecht auf die Ebene, und eine nach

EG

EG parallel derſelben, ziehe auch CG parallel mit FE. Die letztere Bewegung leidet durch den Stoß keine Veränderung. Die erſte wird in C in eine gleiche entgegengeſetzte CG verwandelt, wegen der Federkraft des Körpers. Nimmt man nun CH = CF = EG, ſo hat der Körper in C zwey Bewegungen, nach CH und CG, bewegt ſich alſo nach der Diagonale CI des Parallelogramms CHIG (26.). Der Reflexionswinkel ICH iſt dem Einfallswinkel ECF gleich, weil die Dreyecke ICH, ECF gleich ſind (Geom. 35.).

Eben dieſes erfolgt, wenn die Ebene allein elaſtiſch iſt, oder wenn Ebene und Kugel beide elaſtiſch ſind.

III. Von den Bewegungen, die durch die Schwere verurſacht werden.

37. Jeder nicht unterſtützte Körper fällt frey nach einer beſtimmten Richtung. Dieſe zeigt ein Faden an, an dem ein Körper frey herabhängt. Man nennt ſie die Richtung der Schwere, eine lothrechte Linie. Eine Ebene, die auf ſie ſenkrecht iſt, heißt eine waſſerrechte oder horizontale Ebene, und eine in dieſer Ebene gezogene gerade Linie iſt eine waſſerrechte oder horizontale. Die Kraft, welche den Körper herab treibt, iſt die Schwerkraft.

38. Man nehme die Erde als eine gleichartige Kugel an, wovon der Kreis BD (Fig. 7.) ein Durchſchnitt iſt. Jeder Körper A an der Erdfläche ſucht ſich, zufolge der allgemeinen Schwere (15.), jedem Theile der Erde, und dieſer wieder jenem, nach einem gewiſſen Geſetze zu nähern. Man nehme auf dem Kreiſe BD zwey gleiche Theilchen M und N, in gleicher Lage in Abſicht auf die von dem Körper A nach dem Mittelpuncte der Kugel C gezogene Linie AC. Nun wirken

auf

auf A zwey Kräfte nach den Richtungen AM und AN. Aus den Bewegungen, die nach jeder dieser Richtungen für sich allein erfolgen würden, entsteht nach (26.) die zusammengesetzte Bewegung nach der Richtung AC, welche den Winkel MAN halbirt, also durch den Mittelpunct C geht. Wie mit den Theilchen M und N, so ist es mit je zwey in Absicht auf AC ähnlich liegenden Theilchen. Aus allen vereinigten Kräften entspringt eine mittlere Kraft nach dem Mittelpuncte C, deren Richtung also auf die Oberfläche der Erde senkrecht ist. — Ist die Erde keine Kugel und nicht gleichartig, so geht die Richtung nicht durch den Mittelpunct der Erde, ist aber doch senkrecht auf die Oberfläche der Erde oder des stillstehenden Wassers.

39. Die Masse jedes Körpers an der Erdfläche ist in Vergleichung mit der Masse des Erdkörpers als Nichts anzusehen; daher auch die Kraft, welche ein Körper A gegen die Erde ausübt, mit der Kraft der Erde nicht zu vergleichen ist. Die Schwere ist daher als eine äußere Kraft zu betrachten, welche alle Körper und jeden ihrer Theile gleich stark zur Bewegung antreibt. Wirklich fallen auch alle Körper, große und kleine, leichte und schwere, gleich geschwind, den Widerstand der Luft abgerechnet, ein Federchen im luftleeren Raume so geschwind als ein Stück Gold. Pendel von einerley Länge mit verschiedenen, aber gleich großen Körpern, schwingen gleich geschwind.

40. Die Schwerkraft ist die Ursache des Drucks, welchen ein unterstützter oder aufgehängter Körper gegen das, was ihn zu fallen hindert, ausübt. Dieser Druck verhält sich bey gleichartigen Körpern wie ihre Größe oder die Menge der in ihnen befindlichen gleichen Theilchen.

41. Gleich große Körper verschiedener Art wiegen nicht gleich viel. Ein Cubikzoll Gold wiegt 82 mahl so viel als ein Cubikzoll Kork; Wasser ist 14mahl leichter als Queckſilber. Das ungleiche Gewicht gleich großer Körper zeigt an, daß in dem einen mehr wirkſames vorhanden ist, es mögen nun die Bestandtheile dichter zuſammengedrängt, oder von verschiedener Wirkſamkeit seyn. Ungleichartige Bestandtheile könnten ungleich ſtark auf den ganzen Erdkörper wirken, ohne daß die Geſchwindigkeit des Falles dadurch ungleich wird, weil die Maſſe der daraus zuſammengeſetzten Körper gegen die Maſſe der Erde unvergleichbar klein ist. Ihr Druck gegen einander würde aber dadurch ungleich, bey gleicher Menge gleich großer Beſtandtheilchen. Wenn wir unter Materie das Wirkſame in den Körpern verſtehen, ſo fern es ſich durch den Druck äußert, ſo ist die Menge der Materie, oder die Maſſe dem Gewichte eines Körpers proportional.

42. Vergleicht man die Gewichte gleich großer Körper mit einander, ſo ist das Verhältniß derſelben dasjenige, was man das Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Schweren oder eigenthümlichen Gewichte nennt. Bey dieſer Vergleichung pflegt man das Gewicht des Waſſers zur Einheit für die Vergleichung anzunehmen. Die Hydroſtatik (die Lehre von dem Gleichgewichte flüſſiger Körper unter einander und mit feſten) giebt bequeme Arten an, die Gewichte gleich großer Körper von irgend einer Geſtalt zu vergleichen.

43. Stellt man ſich die Körper zuletzt aus gleich ſchweren, höchſt kleinen Theilchen zuſammengeſetzt vor, ſo ist das Verhältniß der ſpecifiſchen Schweren auch das der Dichtigkeiten, wenn die Theilchen gleichförmig verbreitet ſind.

44. Weil die Schwerkraft beständig auf die Körper wirkt, so bekommt ein fallender Körper zu der erhaltenen Geschwindigkeit jeden Augenblick einen Zusatz, und fällt daher mit einer beschleunigten Bewegung. Die Wirkung der Schwerkraft ist auf einen fallenden Körper während der Bewegung dieselbe wie zu Anfange. Es ist hier immer von dem Falle in einem leeren Raume die Rede.

45. Es läßt sich mathematisch erweisen, daß bey dieser beschleunigten Bewegung die in gleichen Zeiten, vom Anfange des Falles an, beschriebenen Räume sich verhalten wie die ungeraden Zahlen 1; 3; 5; 7; 9; ꝛc. Ist z. B. der Raum in der ersten Secunde 15 Fuß, so ist er in der zweyten 45, in der dritten 75, in der vierten 105 u. s. w.

46. Die ganzen beschriebenen Räume oder die Fallhöhen verhalten sich wie die Quadrate der Zeiten, 1; 4; 9; 16; 25 u. s. w. Ist die Fallhöhe in der ersten Secunde 15 Fuß, so ist sie in zwey Secunden 60; in drey Secunden 135, u. s. w. Die ungeraden Zahlen sind die Unterschiede dieser Quadrate.

47. Es ist also nur nöthig, durch Erfahrungen auszumachen, wie viel Zeit ein frey fallender Körper auf einer bekannten Höhe zubringt, um daraus für jede Zeit die Höhe des Falles, und umgekehrt, zu finden. Z. E. Fiele ein Körper von einer Höhe von 240 Fuß in 4 Secunden herab, so würde man sagen, wie das Quadrat von 4 zu dem Quadrat von 1, so 240 F. zu der Höhe des Falls in einer Secunde, welche also 15 seyn würde. Genauer ist diese Höhe 15, 0981 alte Pariser Fuß oder 15, 625 Rheinl. Fuß, wie man es mittelbar durch Erfahrung gefunden hat; denn die unmit-

unmittelbaren Erfahrungen haben zu viele Schwierigkeiten *).

48. Die Höhe des Falles in einer gegebenen Zeit zu finden, quadrire man die Zahl der Secunden, und multiplicire damit die Höhe des Falles in 1 Secunde, nämlich 15, 625 Rheinl. Fuß, z. E. in 5 Sec. fällt ein Körper 25mahl 15, 625 F., das ist, 391 Fuß nahe.

49. Die Zeit aus der Höhe zu finden, dividire man die Höhe durch 15,625 und ziehe aus dem Quotienten die Quadratwurzel. Die Logarithmen sind hier nützlich zu gebrauchen.

50. Die durch den Fall erhaltene Geschwindigkeit zu finden, multiplicire man die Höhe des Falles mit 62, 50 und ziehe aus dem Producte die Quadratwurzel, so hat man die Geschwindigkeit am Ende des Falles. Die Geschwindigkeit ist hier der Raum, welchen der fallende Körper in einer Secunde beschreiben würde, wenn er, ohne daß die Schwere weiter auf ihn wirkte, die erhaltene Bewegung fortsetzte. Die Geschwindigkeiten verhalten sich wie die Zeiten, in welchen sie erlangt sind, oder wie die Quadratwurzeln aus den Fallhöhen.

51. Dividirt man das Quadrat der Geschwindigkeit durch 62, 50, so hat man die zu dieser Geschwindigkeit gehörige Höhe des Falles.

52. Wird ein Körper mit einer gewissen Geschwindigkeit aufwärts geworfen, so nimmt die Geschwin-

*) Die Länge in altem Pariser Maaß nach der neuen sehr genauen Bestimmung der Secundenpendellänge zu Paris, unten (67.). Da die Länge des Rheinl. Fußes nicht genau bestimmt ist, so kann man für das Verhältniß des Pariser Fußes zum Rheinländischen das obige nehmen, oder es 144 : 139, 144 setzen. Der Decimalbruch 0,625 ist gerade $\frac{5}{8}$.

schwindigkeit eben so rückwärts ab, wie er sie von der zu der Geschwindigkeit des Wurfs gehörigen Höhe erhalten würde. Der Körper würde diese Höhe erreichen, in eben der Zeit, in welcher er sie fallend durchläuft, wenn nicht der Widerstand der Luft sie verminderte, besonders bey schnellen Bewegungen.

53. Eine Kraft, die unaufhörlich auf einen Körper wirkt, heißt eine beschleunigende, und zwar eine gleichförmig beschleunigende, wenn sie, wie die Schwere zunächst an der Oberfläche der Erde, dem Körper in gleichen Zeiten gleiche Zusätze an Geschwindigkeit ertheilt. Das Maaß von Kräften dieser Art nehmen wir von den Räumen her, welche die durch sie bewegten Körper in gleichen Zeiten beschreiben.

54. Ein Beyspiel von einer geringern beschleunigenden Kraft als die Schwere, ist folgendes: An einer Rolle werden 3 Pfund von 4 Pfund in die Höhe gezogen, so muß das Übergewicht von 1 Pfund eine Masse von 7 Pfund bewegen. Daher wird, wie bey dem Stoße der Körper, die erzeugte Geschwindigkeit und der beschriebene Raum nur den siebenten Theil so groß seyn, als sie es bey einem frey fallenden Körper in derselben Zeit seyn würden. Oder die beschleunigende Kraft ist hier nur den siebenten Theil so groß, als die natürliche Schwere. Dieses ist in der Maschinenlehre nützlich.

Fall auf einer geneigten Ebene.

55. Ein anderes Beyspiel giebt uns eine Kugel, die auf einer geneigten Ebene herabläuft. Es stelle AC (Fig. 8.) den Weg der Kugel M auf der Ebene vor; durch den Mittelpunct der Kugel M sey MAB lothrecht, und BC sey irgend eine horizontale Linie in der senkrechten Ebene ABC. Der Weg, welchen der

Mittelpunct der Kugel beschreibt, ist die mit AC parallele MD. Die Bewegung nach der lothrechten MB, welche der Körper durch die Schwerkraft ungehindert erhalten würde, kann man ansehen als zusammengesetzt aus einer Bewegung ME nach MD, und aus einer Bewegung nach MF, der senkrechten auf MD (25.). Die Bewegung nach MF wird durch die Ebene ganz aufgehoben, und es bleibt die Bewegung nach ME. Durch diese beschreibt der Körper den Weg ME, das ist die Seite ME des Parallelogramms MEBF, in derselben Zeit, in welcher er MB durch den freyen Fall beschreiben würde.

56. Die Kugel fällt auf der Ebene nach denselben Gesetzen, wie ein frey fallender Körper, nur langsamer. Weil sie auf ME so viel Zeit braucht, als freyfallend auf MB, so verhält sich die beschleunigende Kraft auf der Ebene zu der unverminderten Kraft der Schwere wie ME zu MB oder wie MB zu MD (Geom. 85.) oder wie AB zu AC, (Geom. 77.) das ist, wie die Höhe der Ebene zu ihrer Länge.

57. Daher gebraucht man auch, um die Kugel auf der geneigten Ebene nach der Richtung MD zu halten, nur eine Kraft, die sich zu ihrem ganzen Gewichte verhält, wie die Höhe der Ebene zu ihrer Länge.

58. Die Zeiten auf ME und MD verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus diesen Linien, das ist, wie ME:MB, oder die Zeit des Falles auf MB ist zu der Zeit auf MD, wie die Kraft nach MD zu der Kraft nach MB. Die Geschwindigkeit in D ist daher so groß als die durch den freyen Fall in B erhaltene, indem die Zeit auf MD so viel länger ist als die auf MB, so viel mahl die Kraft dort kleiner ist als hier.

59. Wenn ein Körper M auf einer krummen Fläche AMC (Fig. 9.) von A bis C herabrollt, so hat er in C dieselbe Geschwindigkeit, die er durch den senkrechten Fall längs AB von A bis an die horizontale BC erhält. Die horizontale Bewegung hindert die Beschleunigung nach senkrechter Richtung nicht.

60. Die Zeiten von A nach C aber sind verschieden, nach der Figur des Weges. Man möchte glauben, der Körper langte von A in C auf der geraden Linie von A nach C, als dem kürzesten Wege, in der kürzesten Zeit an. Das geschieht aber nicht, sondern der Körper gelangt am geschwindesten von A nach C, wenn sein Weg ein Bogen einer gewissen krummen Linie, der Radlinie oder Cykloide ist, welche ein Punct auf dem Umfange eines Kreises beschreibt, indem dieser auf einer Ebene mit einer rollenden Bewegung, wie ein Wagenrad an der Achse, fortgeht. Diese Linie ist umgekehrt und zur Hälfte in Fig 9. vorgestellt, wo die senkrechte AB der Durchmesser des Rades, und die horizontale BC dem halben Umfange desselben gleich ist. Eben diese Linie hat die Eigenschaft, daß der Körper in derselben Zeit in C anlangt, er mag von dem obersten Puncte A, oder von irgend einem andern M auf der krummen Linie herabfallen.

Von den Pendeln.

61. Wenn man eine kleine Bleykugel an einem Faden aufhängt, und ihr einen Stoß giebt, daß sie in einer senkrechten Ebene sich hin und her schwingt, so wird sie ihre Schwingungen ohne merklichen Fehler in gleichen Zeiten vollenden, wenn gleich die Bogen, wegen des Widerstandes der Luft, allmählig kleiner werden. Nur müssen die Winkel zu diesen Bogen nicht groß, höchstens etwa 15 Grad seyn.

62. Verlängert man den Faden, so schwingt die Kugel sich langsamer. Die Zeiten verhalten sich wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Pendel. Wird z. E. das Pendel viermahl kürzer gemacht, so wird die Zeit einer Schwingung zweymahl kürzer.

63. Es sey A (Fig. 10.) der Mittelpunct der Kugel, die wir hier als einen einzigen, schweren Punct betrachten müssen, CA die Länge des Fadens. Die Kugel beschreibe den Bogen BAD, in welchem A der unterste Punct ist. Liefe die Kugel auf der Chorde BA herab, so ließe sich die Zeit des Falles mittelst (55.) angeben. Denn man verlängere CA, und CB, bis an den Kreis in E und F, und ziehe EF, so ist EF der BA gleich und parallel (Geom. 35. und 28.). Zieht man AF, so ist der Winkel EFA in dem Halbkreise ein Rechter (Geom. 138.), also ist die Zeit des Falles auf EF gleich der Zeit auf der senkrechten EA (55.). Daher wird auch die der EF parallele und gleiche Chorde BA in der Zeit des freyen Falles längs dem Durchmesser EA beschrieben. Nimmt man die Chorde bA kleiner als BA, so ist sie mehr gegen den Horizont geneigt, die beschleunigende Kraft ist kleiner, und die Zeit dieselbe, wie auf BA, wenn gleich der Weg kleiner ist.

64. In verschiedenen Kreisen verhalten sich die Quadrate der Zeiten längs den Chorden, wie die Durchmesser, weil die Quadrate der Zeiten des freyen Falles längs den Durchmessern sich wie diese Durchmesser verhalten (46.), diese Zeiten aber jenen auf den Chorden gleich sind.

65. Hieraus begreift man, was in (61. und 62.) von der Bewegung längs den Kreisbogen gesagt ist. Die Zeiten längs den Bogen sind zwar denen längs den Chorden nicht gleich; denn die Kräfte längs

den

den Bogen sind veränderlich, wegen der beständig sich verändernden Richtung des Weges, die mit der Berührungslinie in jedem Puncte einerley ist. Sind inzwischen die Bogen wenig von ihren Chorden unterschieden, so werden sich die Zeiten längs den Bogen gleicher oder verschiedener Kreise wie die Zeiten längs den Chorden verhalten.

66. In der höhern Mechanik beweiset man, daß die Zeit eines Schwunges, das ist, eines Hin- oder Herganges auf einem (unendlich) kleinen Bogen BD zu der Zeit des Falles durch die halbe Länge GA des Pendels CA sich verhält wie der Umfang des Kreises zu dem Durchmesser. Demnach verhält sich die Zeit des Falles längs dem Bogen BA, zu der längs dem Durchmesser oder längs der Chorde BA, wie die Peripherie des Kreises zu dem Vierfachen des Durchmessers, oder beynahe wie 314 zu 400. Die Zeit des Schwunges kann man genau messen, wenn man nach einer richtig gehenden Uhr die Dauer einer gewissen Anzahl Schwünge beobachtet. Oder man nimmt die Länge des Pendels genau so groß, daß es nach einer richtigen Secundenuhr jede Secunde einen Schwung thut. So erfährt man die Zeit des Falles längs der halben Pendellänge, und daraus die Höhe des Falles in einer Secunde (47.).

67. Die Länge des Secundenpendels ist zu Paris 36 Zoll 8, 67 Lin. oder 3, 0602 Fuß, nach Bouguers Beobachtung. Nach der neuen von Borda und Cassini mit der größten Vorsicht angestellten ist sie 36 Zoll 8,57 Lin. oder 3,0595 Fuß. Durch unmittelbare Beobachtung ließe sich diese nicht einmahl beyläufig finden. Denn bey großen Höhen des Falles wird der Widerstand der Luft bald zu merklich. — Nach dem Äquator hin ist das Secundenpendel kürzer, nach

den Polen hin länger. Die Ursache wird in der Astronomie entdeckt werden.

68. Das Pendel CA (Fig. 11.) sey eine mit mehrern Gewichten, hier A und B, beschwerte steife Linie. Jenes will sich geschwinder bewegen als dieses, und beschleunigt dessen Gang, wird aber dagegen von demselben wieder aufgehalten. Zwischen A und B liegt ein Punct, der seine natürliche Schwungbewegung behält. Dieser Punct heißt der Mittelpunct des Schwunges (centrum oscillationis), das Pendel selbst ein zusammengesetztes. Jedes wirkliche Pendel ist ein zusammengesetztes, selbst ein feiner Faden mit einer kleinen Bleykugel. Die Bestimmung jenes Mittelpunctes gehört für die höhere Mechanik. An einer gleichförmig dicken und schweren Stange ist er zwey Drittel der Länge von dem Aufhängepuncte entfernt. Wenn man mit diesem Puncte den Körper, den man mit der Stange schlägt, trifft, so übt man die größte Gewalt auf ihn aus; trifft man ihn mit einem andern, so empfindet man eine unangenehme Prellung in der Hand.

69. Durch die Beobachtung der Pendellängen haben wir die Figur unsrer Erde kennen gelernt. Der Gang der Pendeluhren wird durch ein sich hin und her schwingendes Gewicht regelmäßig erhalten. Die einfachen Pendel, so gut sie in unserer Gewalt sind, das ist, die aus einer Bleykugel an einem Faden, sind nützlich zu Beobachtungen, wo man keine Pendeluhr hat.

Bewegung geworfener Körper.

70. Der Körper A werde (Fig. 12.) nach der horizontalen Linie AB geworfen. Da die Schwere ihn nach der lothrechten AM oder einer derselben paralle-

allelen treibt, so hat der Körper zwey relative Bewegungen nach AB und AM, aus welchen seine wirkliche Bewegung zusammengesetzt wird. Durch das Beharrungsvermögen beschreibt er nach AB in gleichen Zeiten die gleichen Wege Aa; ab; bc, u. s. so daß die Wege Aa; Ab; Ac, u. s. den Zeiten vom Anfange gerechnet proportional sind. Durch die Schwere beschreibt er in diesen Zeiten die Wege AC, AD, AE u. s. w., welche sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten. Zieht man mit AB die parallelen Cp; Dq; Er, und mit AM die parallelen ap; bq; cr, welche jene in p; q; r treffen, so ist der Körper am Ende des ersten Zeittheils in p, am Ende des zweyten in q; am Ende des dritten in r u. s. w. Es verhalten sich nun die Abschnitte AC; AD; AE wie die Quadrate von Aa; Ab; Ac, oder wie die Quadrate von Cp; Dq; Er. Die Puncte p, q, r liegen also in einer Parabel (Geom. 281.). Ihr Scheitelpunct ist A, ihre Axe AM.

71. Wird der Körper mit der Geschwindigkeit, die er in r hat, daselbst nach der Berührungslinie in r aufwärts geworfen, so wird er von dieser Linie allmählig heruntergezogen, und beschreibt dieselbe Parabel; ist in ihrem Scheitel A am höchsten, und beschreibt von da auf der andern Seite einen dem Ar gleichen paraboliſchen Bogen.

72. Der Widerstand der Luft ist hierbey nicht in Betrachtung gezogen. Wegen desselben weicht die Wurflinie, besonders bey schnellen Bewegungen, als der Bomben, merklich von der Parabel ab; auch sind die beiden Hälften auf beiden Seiten des Scheitels sich nicht mehr gleich. Die Bestimmung der Wurflinie in einem widerstehenden Mittel, wie die Luft, ist sehr schwer.

IV. Von dem Gleichgewichte fester Körper.

73. An einer unbiegsamen geraden Linie BC, (Fig. 13.) die in der Mitte A unterstützt ist, einem gleicharmigen Hebel, hängen in B und C die gleichen Gewichte P und Q herab. In diesem Falle ist offenbar ein Gleichgewicht, weil die gleichen und entgegengesetzten Kräfte sich einander aufheben. So sind an der gemeinen gleicharmigen Wage, oder an einer Rolle, gleiche Gewichte in Ruhe.

74. Die Unterlage in A wird mit der Summe beider Gewichte gedrückt. Nähme man die Unterlage weg, so müßte man den Punct A mit einem Gewichte, so groß wie 2 P oder 2 Q, in die Höhe ziehen.

75. Die gerade unbiegsame Linie BC (Fig. 14.) sey in eine gerade Anzahl gleicher Theile getheilt. In der Mitte jedes Theils hänge ein Gewicht, allenthalben von einerley Größe. Jedem setze man einen gleichen Zug aufwärts entgegen, so ist ein Gleichgewicht. Nun nehme man eine beliebige gerade Anzahl Theile BF, und hänge in der Mitte D von BF ein Gewicht P, so groß als die Summe der Gewichte von B bis F; desgleichen in der Mitte E von FC ein Gewicht Q, so groß als die Summe der an FC hängenden Gewichte. Jenes hält den von B bis F, dieses den von F bis C aufwärts ziehenden Kräften das Gleichgewicht. Die einzelnen an BC herabziehenden Gewichte halte dagegen eine feste Unterlage in der Mitte A von BC in Ruhe. Nun nehme man diese Gewichte und die ihnen entgegengesetzten und gleichen Kräfte weg, so sind P und Q an dem in A unterstützten Hebel DE im Gleichgewichte, wiewohl er ungleicharmig ist.

Es ist BF + FC = 2 BA, also BD + EC = BA = AC. Da nun auch BD + DA = BA,

BA, so ist DA = EC, und da AE + EC = AC, so ist AE = BD. Es enthält also DA halb so viel Theile als Q, und AE halb so viel Theile als P. Folglich verhalten sich, im Stande des Gleichgewichts, die an dem Hebel parallel ziehenden Gewichte P und Q umgekehrt wie die Entfernungen ihrer Anhängepuncte von der Unterlage des Hebels. Ich setze noch das Wort parallel hinzu, weil es gleichgültig ist, was der Hebel für eine Lage gegen die parallele Richtung der Kräfte hat.

76. Man kann anstatt der Unterlage in A eine Kraft, so groß als die Summe der Gewichte P + Q, ihnen entgegengesetzt ziehen lassen, weil die Gewichte P, Q die Unterlage eben so drücken, wie die längs dem doppelten Hebel BC vertheilten Gewichte, von welchen je zwey eben so wirken, wie an dem gleicharmigen Hebel. Einen der beiden Endpuncte kann man auch unterstützen, wie in (Fig. 15.), wo die Last P an B herunter, und die Kraft Q in C aufwärts zieht. Oder man hält den Endpunct durch eine Oberlage fest, wie (Fig. 16.), wo die Last P an dem Ende C herab, und die Kraft Q in C hinaufzieht. Diese werden Hebel der zweyten Art genannt. Das Gesetz (75.) bleibt.

77. Hebel der ersten Art sind die Krämerwage, die Schnellwage mit ungleichen Armen, Scheeren, Zangen, Haspel, Radwinde oder Rad an einer Welle zum Aufwinden u. m. Hebel der zweyten Art, die Ruder eines Schiffes und das Steuerruder, wo die Last in der Mitte, und anstatt der Unterlage das Wasser dient; eine Schiebkarre; und von der zweyten Gattung, ein Arm am menschlichen Körper, wenn er eine Last hebt, da der Muskel nahe an der Unterlage auf der Seite der Last angebracht ist; eine Schaufel.

78. Es sey BAC (Fig. 17.) ein ungleicharmiger Hebel, dessen Ruhepunct A ist. Das in C angehängte Gewicht Q werde von dem an B befindlichen P gehoben, und der Hebel sey in die Lage DAE gekommen. Alsdann ist Q um die Höhe Ee gehoben, so wie P um die Tiefe Dd gesunken ist. Diese Wege Dd und Ee verhalten sich wie die Geschwindigkeiten von P und Q. Da Dd : Ee = AD : AE = AB : AC ist (Geom. 78.), so verhalten sich bey der Bewegung des Hebels die Geschwindigkeiten der beiden Körper wie die Hebelarme. Nun können sich die Geschwindigkeiten nicht zugleich auch umgekehrt wie die Gewichte oder Massen P und Q verhalten, weil alsdann AC : AB = P : Q seyn würde, welches ein Gleichgewicht giebt.

Es ist daher widersprechend, eine Bewegung anzunehmen, wobey die verbundenen Massen sich umgekehrt wie die entgegengesetzten Geschwindigkeiten verhalten.

79. Das Product aus dem Gewichte oder der Masse in die Entfernung vom Ruhepuncte des Hebels nennt man das **Moment** der Kraft oder Last. Die Momente sind im Gleichgewichte gleich. Sind mehrere Gewichte an einer Seite des Ruhepunctes, so ist die Summe aller Momente auf einer Seite so groß als auf der andern.

80. In jedem Körper ist ein Punct, durch dessen Unterstützung der Körper in jeder Lage vor dem Fallen bewahrt wird. Er heißt der **Schwerpunct**, weil man sich die ganze Schwere des Körpers in ihm vereinigt vorstellen kann. Wird der Körper an einem lothrechten Faden durch den Schwerpunct gehalten, so ist ihm jede Lage gleichgültig, nicht so, wenn der Faden nicht durch den Schwerpunct geht, der alsdann den niedrigsten möglichen Ort einzunehmen sucht.

Giebt

Giebt man dem Körper eine Unterlage, so fällt er nicht, wenn die lothrechte Linie durch den Schwerpunct die Unterlage trifft. Indessen giebt nicht jede Unterstützung ein standhaftes Gleichgewicht. Dieses ist unsicher, wenn bey einer geringen Erschütterung des Körpers die lothrechte Linie durch den Schwerpunct außerhalb der Unterlage fällt. Die Kunst der Äquilibristen besteht darin, daß sie einen Körper oder eine Zusammensetzung mehrerer in einem unsichern Gleichgewichte zu erhalten sich geübt haben.

81. Daß es in jedem Körper einen Schwerpunct giebt, erhellet folgendergestalt. Das Gewicht von je zwey schweren Atomen oder punctähnlichen Theilen des Körpers kann man in einem Puncte vereinigen, wie an einem Hebel die Summe der Gewichte in dem Ruhepuncte. Setzt man zu diesen beiden Theilchen noch ein drittes, so kann man auf dieselbe Art das in dem Schwerpuncte der beiden ersten Theilchen vereinigte Gewicht derselben und das Gewicht des dritten in einen Punct vereinigen. So kann man immer in Gedanken fortfahren, bis man die Gewichte aller Theilchen in einen einzigen Punct zusammengebracht hat.

82. Der Hebel BAC (Fig. 18.) bestehe aus zwey unter einem Winkel BAC zusammengesetzten Linien AB, AC. Die Kräfte P, Q ziehen nach Linien, BP, CQ, die auf AB, AC senkrecht sind. Man darf nur Gewichte, P, Q, an Faden über Rollen ziehen lassen, und alle diese so stellen, daß BP, CQ die verlangte Richtung erhalten. Verhalten sich P und Q wie AC zu AB, so sind sie an dem Winkelhebel BAC im Gleichgewichte. — Denn man beschreibe mit AB und AC Kreise, die uns Rollen vorstellen können, über welche die Linien BP, CQ als Faden gebogen sind. Hier ist es gleichgültig, nach welcher Richtung die

die Kräfte ziehen, ob Q nach CQ in C, oder nach DQ in irgend einem andern Puncte D, die Rolle umzudrehen ſucht. Die Richtung iſt allemahl eine Berührungslinie an dem Kreiſe, alſo ſenkrecht auf den Halbmeſſer durch den Berührungspunct (Geom. 135.). Man nehme den Punct D in derſelben geraden Linie BAD mit dem Puncte B, an welchem die Kraft P zieht, und laſſe in D die Kraft Q nach DQ parallel mit BP und ſenkrecht auf AD ziehen, ſo verhalten ſich im Gleichgewichte die Kräfte P und Q wie AD zu AB, das iſt wie AC zu AB.

83. Es ſey BAC (Fig. 19.) ein Hebel, an welchem die Kraft Q nach der Richtung CQ zieht, die mit dem Hebelarme den ſpitzen Winkel ACQ macht, dagegen die Richtung der Kraft P in B ſenkrecht auf AB iſt. Man ſtelle ſich durch den Hebel und die Richtungen der beiden Kräfte eine um A drehbare Ebene vor, und ziehe in derſelben AD ſenkrecht auf CQ, ſo iſt es einerley, ob Q den Punct C oder D nach derſelben Richtung zieht. Wir können demnach anſtatt des geradlinichten Hebels den Winkelhebel BAD ſetzen, an welchem in dem Falle des Gleichgewichts iſt $P : Q = AD : AB$.

84. Man ſetze, daß $AB = AC$ iſt, ſo iſt $P : Q = AD : AC$, und es geht durch den ſchiefen Zug ein Theil der Kraft verloren, indem nun bloß ein Theil derſelben angewandt wird, den Hebel in C um A zu drehen, welchem allein P das Gleichgewicht zu halten nöthig hat. Der andere wird angewandt, den Hebel nach der Richtung CA gegen die Unterlage zu drücken, die nun ſo beſchaffen ſeyn muß, daß der Hebel nicht nach AB abgleiten könne.

85. Man ziehe durch D die Linien DF und DE, jene ſenkrecht auf AC, dieſe mit derſelben parallel,

allel, ferner durch C die Linie CE parallel mit DF. Das Dreyeck ADC ist dem CED ähnlich, wegen der rechten Winkel ADC und E, und wegen der gleichen Winkel ACD und CDE. (Geom. 78.). Daher ist AD : AC = CE : CD, (Geom. 76.) also ist P : Q = CE : CD, wenn nämlich AB = AC ist. Nun ist P die Kraft, welche den gleicharmigen Hebel in B zu drehen strebt, also verhält sich der Theil von Q, welcher zum Drehen in C angewandt wird, zu der Totalkraft wie CE : CD.

86. Da alles im Gleichgewicht ist, so kann man E als einen festen Punct betrachten, um welchen die Kraft Q die Linie CE als einen Hebelarm zu drehen strebt. Die Kraft, welche dazu in C angewandt wird, verhält sich zu der ganzen Kraft Q wie CF : CD, auf ähnliche Art wie an dem Hebelarme AC. Diese Kraft, welche CE in C um E zu drehen strebt, ist dieselbe mit der Kraft, welche Q anwendet, den Punct C des Hebelarms AC von C nach A zu schieben, da sie nach CA gerichtet ist. Es verhält sich also die Kraft nach CA zu der ganzen nach CD wie CF : CD.

87. Wie in diesem Falle, so wird überhaupt eine Kraft Q. die nach der Richtung CD wirkt, sich in zwey andere, nach zwey auf einander senkrechten Linien CE, CF wirkende Partialkräfte zerfällen lassen, und diese beiden werden sich zu der Totalkraft verhalten wie die Seiten CE, CF des Rechtecks CFDE zu der Diagonale CD.

88. Es wirken auf den Punct C (Fig. 20.) nach den Richtungen CA, CB, zwey Kräfte, welche sich wie die Linien CA, CB verhalten. Die Diagonale des Parallelogramms ACBD giebt die Richtung und Größe der aus jenen beiden zusammengesetzten, ihnen gleichgültigen Kraft an.

Denn

Denn man nehme AC und CB zu Diagonalen der Rechtecke AECF und BGCH an, von welchen eine Seite CF, CH in die Diagonale CD fällt. Es zerfällt nun die Kraft CA, wie wir sie kurz nennen wollen, in die Kräfte CE, CF, und eben so zerfällt die Kraft CB in die Kräfte CG und CH. Die Kräfte werden hier durch die ihnen proportionalen Linien bezeichnet. Nun ist EC = CG, weil die Dreyecke AFC, BHD gleich sind (Geom. 37.), also auch die Seiten AF, HB, oder EC, GC. Die Kräfte CE, GC als gleiche und entgegengesetzte heben sich einander auf; und es bleiben die beiden Kräfte CF, CH nach der Richtung CD übrig. Aus eben dem Grunde wie vorher ist CF = DH, und daher wird die Summe der beiden nach CD wirkenden Kräfte durch CD ausgedruckt.

89. Umgekehrt, wenn CD eine nach CD wirkende Kraft darstellt, so kann man diese in zwey ihr gleichgültige Partialkräfte, nach irgend zwey Richtungen CA, CB zerfällen, indem man DA und DB jene mit CB, diese mit CA parallel zieht, wodurch sich das Parallelogramm DACB ergiebt, dessen Seiten CA und CB die beiden Partialkräfte darstellen.

90. Das Parallelogramm ACBD, dessen Seiten und Diagonale drey Kräfte darstellen, von welchen die durch die Diagonale abgebildeten den beiden andern, die nach den Richtungen der Seitenlinien wirken, gleichgültig ist, wird das **Parallelogramm der Kräfte** genannt. Es ist von vielfachem Gebrauche.

91. Nimmt man CL der CD gleich und entgegengesetzt, so hält eine Kraft nach CL, welche der nach CD gleich ist, den beiden Kräften nach CA und CB das Gleichgewicht.

V. Von

V. Von dem Gleichgewichte und der Bewegung flüssiger unelastischer Körper.

92. Diese Lehre heißt die Hydrodynamik, die von dem Gleichgewichte dieser Körper insbesondere die Hydrostatik, und die von der Bewegung des Wassers durch Maschinen die Hydraulik. Die Untersuchung von der Bewegung des Wassers ist sehr schwer. Wasser wird hier für einen unelastischen Körper, oft anstatt eines flüssigen Körpers dieser Art überhaupt genommen.

93. Der Druck auf Wasser, so wie auf jede flüssige Materie, pflanzt sich allenthalben hin mit gleicher Stärke fort. Dieses ist eine wichtige unterscheidende Eigenschaft flüssiger Körper, die von der innern Beweglichkeit ihrer Theile herrührt. (Vergl. 18.)

94. Darum haben Wasser, Öl, Queckſilber, wenn sie in Ruhe sind, eine horizontale Oberfläche in einem Gefäße. Denn in jedem horizontalen Querschnitte wirken die Wassertropfen für sich nicht auf einander, weil die Schwerkraft senkrecht auf diesen Querschnitt ist. Der Druck, welchen sie gegen einander ausüben, rührt von den über ihnen befindlichen Wassersäulen her. Diese müssen einander gleich seyn, damit der von jedem Wassertropfen fortgepflanzte Druck in dem Querschnitte derselbe sey, und das Gleichgewicht Statt habe. Die Oberfläche ist also auch horizontal. — In engen Röhren oder Gefäßen leidet der Satz eine Einschränkung, wegen der darin merklichen Wirkung des Gefäßes und des Flüssigen auf einander.

95. In einer gebogenen Röhre ABC (Fig. 21.) ist das Wasser nicht anders im Gleichgewichte, als wenn die Oberflächen bey A und C in beiden Schenkeln in einer horizontalen Ebene liegen. Denn man nehme

nehme die Querschnitte DD, EE in derselben horizontalen Ebene, so leiden die Tropfen in jedem dieser Querschnitte gleichen Druck von dem über ihnen befindlichen Wasser, wenn die Wasserflächen bey A und C gleich hoch über DD und EE sind. Daher üben die Tropfen in beiden Querschnitten gleichen Druck gegen einander aus, und sind im Gleichgewichte. —

96. Die geringere Menge Wasser in dem engern Schenkel hält der größern in dem weitern Schenkel das Gleichgewicht auf eine ähnliche Art, wie das kleinere Gewicht an einem längern Hebelarme dem größern an einem kürzern Hebelarme. Wenn das Wasser sich in der Röhre bewegt, so verhalten sich die Geschwindigkeiten des durch zwey Querschnitte in gleicher Zeit durchfließenden Wassers umgekehrt wie die Querschnitte, da von gleich großen Cylindern die Grundflächen sich umgekehrt wie ihre Längen verhalten. Theilt man beide Schenkel in gleich viele und gleich hohe Abschnitte, wie Dd, Ee, so würde, wenn eine Bewegung des in beiden Schenkeln gleich hoch stehenden und ruhenden Wassers erfolgen sollte, die Summe der Producte aus den Massen der Abschnitte in die Geschwindigkeiten beiderseits gleich seyn. Wir sehen also auch hier, daß Bewegung und eine Gleichheit der Producte aus den Massen in ihre entgegengesetzten Geschwindigkeiten sich widersprechen. Sobald aber das Wasser in einem Schenkel höher als in dem andern steht, so sind die Summen jener Producte ungleich, und es erfolgt eine Bewegung.

97. Ist in dem einen Schenkel eine leichtere Flüssigkeit enthalten als in dem andern, z. E. in dem einen Queckſilber, in dem andern Wasser, so wird jenes, da es 14 mahl schwerer ist als dieses, 14 mahl niedriger stehen. Die Menge der Schichten muß so viel mahl größer seyn, als ihr Gewicht kleiner ist.

98.

98. Jeder Theil EF von dem Boden eines Gefäßes ABCD (Fig. 22.) leidet den Druck einer Waſſerſäule EFGH, deren Grundfläche dieſer Theil, und deren Höhe die Tiefe dieſes Theils unter der Oberfläche des Waſſers iſt. Jeder Theil IK der Seitenwand BD, wenn ſeine Höhe ſehr klein genommen wird, leidet einen Druck, wie eine ihm gleiche Fläche Ii, die in derſelben Tiefe horizontal gehalten würde. Der Druck von oben auf die Seitenwand DB nimmt daher in arithmetiſcher Progreſſion zu. Z. E. ein Schutzbrett in dem Gerinne einer Mühle ſey 4 Fuß breit und 6 Fuß tief unter dem Waſſer. Man theile es nur in 72 Streifen parallel mit dem Horizont, ſo hält jeder Streifen, da er 1 Zoll hoch iſt, $\frac{1}{3}$ Quadratfuß. Auf den erſten Streifen drückt ein Prisma Waſſer von 1 Zoll Höhe, auf den zweyten ein von 2 Zoll Höhe u. ſ. f. Die Summe aller dieſer Prismen iſt dem Drucke auf das Brett gleich. Man ſummire alle natürliche Zahlen von 1 bis 72 (Arithm. 113.), ſo erhält man 2628; daher iſt jene Summe ein Prisma von $\frac{1}{3}$ Quadratfuß Fläche und 2628 Zoll oder 219 Fuß Höhe, das iſt 73 Cubikfuß. Rechnet man den Cubikfuß zu 64 Pfund, ſo beträgt der Druck des Waſſers auf jene Fläche 4672 Pfund. Die Rechnung des Unendlichen giebt 72 Cubikfuß.

99. Der Druck des Waſſers auf den Boden oder die Seitentheile eines Gefäßes richtet ſich bloß nach der Höhe des Waſſers über dem Boden oder dem Theile der Seitenwand. Man nehme ein prismatiſches Gefäß ABCD (Fig. 23.) mit ſenkrechten Wänden. Hier iſt der Druck auf den Boden AB offenbar genau ſo groß als das Gewicht des in dem Gefäße enthaltenen Waſſers. Man vergrößere das Gefäß durch den Theil EAC, nehme aber die Wand AC noch

nicht weg, fülle EAC mit Wasser so hoch wie ABCD, und es leidet die Wand AC von beiden Seiten gleichviel Druck. Denn wäre AC durchbohrt, so müßte jeder Tropfen in dem Loche in Ruhe seyn. Der Druck auf den Boden bleibt derselbe. Nun nehme man die Wand AC weg, so bleibt alles in demselben Zustande, und der Boden AB leidet keinen größern Druck, obgleich die Masse des Wassers vermehrt ist. Der hinzugekommene Theil drückt auf das Wasser in CABD, wie vorher die Wand CA dem Drucke des Wassers entgegendrückte.

Oder, wir wollen uns eine Scheidewand AF in dem Gefäße vorstellen, ohne CA wegzunehmen. Diese wird gleichfalls von beiden Seiten gleichviel gedrückt, ändert aber in dem Drucke auf AB nichts. Nimmt man AC und das Wasser in CAF weg, so bleibt der Druck auf AB wie vorher. Eine Stelle G des Bodens AB unterhalb der Wand AF leidet theils einen unmittelbaren Druck von der bis an AF reichenden Wassersäule GH, theils einen mittelbaren oder auf H fortgepflanzten von dem oberhalb H befindlichen Wasser, zusammen den Druck einer Wassersäule von der Höhe DB.

100. Wenig Wasser kann daher einen sehr großen Druck ausüben. Es sey ABCD (Fig. 24.) ein Gefäß mit einer Röhre FE. Der Boden AB leidet denselben Druck, als wenn ein senkrechtes Prisma ABGH, so hoch als Gefäß und Röhre über demselben, mit Wasser angefüllt wäre. Denn man nehme irgend eine Stelle I des Deckels CD, so wird diese von einer Wassersäule, deren Höhe EF ist, gedrückt. Öffnete man den Deckel bey I, so müßte eine Röhre IKKI so hoch als EF mit Wasser angefüllt werden, um dem in EF das Gleichgewicht zu halten (95.).

Der

Der Druck gegen II pflanzt sich in gleicher Stärke auf die darunter liegende Stelle LL des Bodens fort, und daher leidet diese den Druck einer Wassersäule von der Höhe LK.

Z. E. der Boden halte 4 Quadratfuß, DB sey nur 2 Zoll, aber EF sey 8 Fuß hoch, und $\frac{1}{4}$ Quadratzoll im Durchschnitte, so leidet der Boden von dem Wasser in dem untern Theile einen Druck vom $\frac{8}{12}$ Cubikfuß Wasser, und einen Druck von 32 Cubikfuß (2048 Pfund) wegen des wenigen Wassers in der Röhre FE, welches nur $\frac{8}{9}$ Pfund wiegt.

101. Beym Wasserbaue muß man sich daher hüten, daß nicht noch so wenig Wasser unter den Grund dringe. Es kann wegen der Gemeinschaft mit dem äußern Wasser eine starke Grundlage in die Höhe heben. Hierauf beruht auch der anatomische Heber, ein cylindrisches niedriges Gefäß, mit einer seitwärts heraus in die Höhe gehenden langen Röhre. Über dem Cylinder spannt man die häutigen Theile eines Thiers, um durch den Druck des hineindringenden Wassers die Gefäße und Häute gleichförmig auszudehnen.

Druck der flüssigen Körper auf feste in ihnen eingetauchte.

102. Wenn ein Körper genau so schwer ist als Wasser, oder so viel wiegt als das Wasser, dessen Stelle er ausfüllt, so ist er allenthalben im Wasser in Ruhe, indem er eben so viel Bestreben anwendet zu sinken, als das Wasser, dessen Stelle er einnimmt, folglich von dem umgebenden Wasser gehalten wird. Ist er schwerer als Wasser, so verliert er an seinem Gewichte so viel als das Wasser wiegt, dessen Raum er einnimmt. Das umgebende Wasser treibt ihn mit

einem Drucke, der so groß als dieses Gewicht ist, in die Höhe, weil es von dem Wasser, an dessen Stelle der Körper getreten ist, so stark gedrückt wird. Ist der Körper leichter als Wasser, so steigt er so weit aus dem Wasser empor, daß der eingenommene Raum Wasser so viel wiegt als der Körper. So wiegt ein Schiff mit seiner Ladung so viel als das Wasser, dessen Stelle es einnimmt.

103. Hierauf beruht die bequemste und sicherste Methode, die specifischen Gewichte (42.) fester und flüssiger Körper zu erforschen. Man wägt z. E. eine Masse feines Silber, es seyn 12 Loth, ab, hängt sie mit einem Faden an den Balken einer Wageschale, senkt sie ins Wasser und findet sie $10\frac{10}{11}$ Loth schwer, so wiegt ein Raum Wasser, der so groß ist als diese Masse Silber, $\frac{12}{11}$ Loth. Es ist also das Verhältniß der specifischen Gewichte beider $\frac{12}{11}$ zu 12 oder 1 zu 11. Auf diese Art kann man die specifischen Gewichte aller festen Körper, die schwerer als Wasser sind, erfahren.

104. Denselben festen Körper, den man im Wasser abgewogen hat, wäge man auch in einem andern flüssigen Wesen ab. Der Verlust, den er in beiden am Gewichte leidet, giebt das Gewicht gleich großer Räume beider Flüssigkeiten an. Z. E. eine Masse Glas verliere im Wasser 680 Gran, in Olivenöl 621 Gran, so verhalten sich die specifischen Gewichte des Wassers und Öls wie 680 zu 621, oder wie 1 zu 0,913.

105. Einen leichtern Körper als Wasser wäge man erstlich in der Luft, darauf einen schwerern Körper als Wasser, sowohl in der Luft als im Wasser, und bemerke den Verlust, verbinde beide, und senke sie in Wasser. Von dem Verluste, den beide im Wasser leiden, ziehe man den Verlust des schwerern Körpers

ab,

ab, ſo hat man das Gewicht des Waſſers, deſſen Raum der leichtere Körper ausfüllt, und daraus ſein ſpecifiſches Gewicht.

106. Da Salze ſich in Ölen nicht auflöſen, ſo wägt man ſie in einem Öle, als in friſchem Terpenthinöle ab, wodurch man ihr ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem Öle, und aus dem ſpecifiſchen Gewichte deſſelben gegen das Waſſer auch das der Salze erhält. Aus dem ſpecifiſchen Gewicht einer Salzauflöſung und dem Gewicht des darin aufgelöſeten Salzes läßt ſich das ſpecifiſche Gewicht des Salzes herleiten, doch mit Rückſicht auf die Zuſammenziehung des Salzes und Waſſers.

107. Zum Abwägen flüſſiger Körper bedient man ſich auch einer hohlen Glaskugel C mit einem eingetheilten Halſe AB (Fig. 25.). In die Glaskugel thut man kleine Gewichte, daß der Hals des in Waſſer eingetauchten Werkzeuges bis an einen beliebigen Punct a ſich ſenke. In einem ſchwerern flüſſigen Weſen wird es ſich erheben, in einem leichtern tiefer ſinken. Die Räume des Flüſſigen, welche das Werkzeug einnimmt, wiegen immer gleichviel, nämlich ſo viel als das Werkzeug wiegt, und die ſpecifiſchen Gewichte verhalten ſich umgekehrt wie die eingetauchten Räume. Dieſe werden mittelſt der Abtheilungen gemeſſen. Das Werkzeug heißt ein Aräometer.

108. Man richtet ein ſolches Werkzeug auch zu einem beſondern Gebrauche zu, z. E. zu einer Salzprobe oder Soolwage. Man löſe in einem Pfunde Waſſer ſucceſſiv 1, 2, 3, 4. u. m. Loth Salz auf, und bemerke, wie viel jedesmahl der Hals herausſteigt, ſo kann man von jeder Soole (geſalzenem Waſſer) den Gehalt durch dieſes Werkzeug erfahren, nämlich, wie

viel Loth Salz gegen ein Pfund süßes Wasser darin enthalten sind. Doch muß man auch auf die fremdartigen beygemischten Materien Rücksicht nehmen. Man kann das Werkzeug auch so einrichten, daß es den Salzgehalt gegen ein Pfund der Soole anzeigt. Von dieser Art sind auch die Bierproben.

109. Hier folgt ein Verzeichniß der eigenthümlichen Gewichte der einfachsten und für die Naturlehre wichtigsten Materien *). Dasjenige des reinen Wassers ist zur Einheit genommen.

Platina, gegossen	19,500 Br.	Nickelmetall	7,807 Br.
			9,000 B.
— geplättet	22,069 —	Kupfer	7,788 Br.
Gold	19,258 —		8,221 M.
	19,466 M.	Kobaltmetall	7,812 Br.
Queckſilber	13,568 Br.		7,700 B.
	13,684 M.	Roheisen	7,207 Br.
Bley	11,352 Br.	Stangeneisen	7,788 —
	11,406 M.	Stahl	7,833 —
Silber	10,474 Br.	— gehärtet	7,816 —
	10 828 M.	Zinn	7,291 —
Wismuth	9,823 Br.		7,424 M.
	9,612 M.	Zink	7,191 Br.
	9,670 B.		7,245 M.

Braun-

*) Ein Verzeichniß der eigenthümlichen Gewichte vieler Körper giebt Muſſchenbroek in seiner Physik, Th. II. S. 537 — 561. Genauer ist das von Briſſon zu Paris 1787 in einem besondern Werke gelieferte, deutsch von Blumhof 1795. In dem obigen Verzeichnisse bedeutet M. Muſſchenbroek; Br. Briſſon; B. Bergmann; K. Kirwan. Zu bemerken ist, daß die nach Muſſchenbroek angesetzten specifischen Gewichte der Metalle Mittelzahlen von mehrern Angaben sind, und daß sie überhaupt mit ein paar Ausnahmen von gegossenen gelten. Einiges ist aus Briſſons Mineralogie genommen.

Braunsteinmetall	6,850	B.
Spießglanzmetall	6,702	Br.
	6,727	M.
Tungstein oder Wolframmetall	6,678	Br.
Arsenikmetall	5,763	Br.
	8,308	B. M.
Zirkonerde, gebrannte	4,300	Br.
Schwererde, kohlensaure	4,292	Br.
	3,773	B.
Strontianerde, kohlensaure bis	3,600 bis 3,700	Br.
Kalkerde, reine	2,720	B.
Talkerde	2,155	—
Kieselerde	1,975	—
Alaunerde	1,305	—
Vegetabilisches Alkali, kohlensaures	5,053	K.
kaustisches, wasserfreyes, etwa	4,234	—
Mineralisches Alkali, krystallisirtes	1,421	—
Flüchtiges Alkali, krystallisirtes	1,408	—
Vitriolsäure, höchst concentrirte	2,125	B.
	2,032	K.
Salpetersäure	1,580	B.
	1,537	K.
Salzsäure	1,150	B.
	1,497	K.
Wasserbleysäure	3,460	B.
Arsenikſäure	3,391	B.
Phosphorsäure, trockne	2,687	—
Flußspatsäure	1,500	—
Boraxsäure	1,480	—
Essigsäure	1,011	M.
Schwefel	1,990	Br.
— gemeiner	1,800	M.
Phosphor (Kunkels) m. o. w.	1,714	M.
Reißbley	1,860	M.
Diamant bis	3,525 bis 3,375	M.
Alkohol (höchst rectific. Weingeist)	0,815	M.
Ausgepreßte Öle von Rübsamenöl	0,853	M.
bis Leinöl	0,932	—

Deſtillirte Öle, von Terpenthinöl	0,792	M.	
bis Saſſafrasöl	1,094	—	
Waſſer, deſtillirtes	0,995	—	
Regenwaſſer	1,000	—	

Die Luftarten an einem andern Orte.

110. Multiplicirt man das Gewicht eines Cubikfußes Regenwaſſer mit der ſpecifiſchen Schwere eines Körpers, ſo hat man das Gewicht von einem Cubikfuße deſſelben. Der rheinländiſche Cubikfuß deſtillirten Waſſers wiegt 65 Pfund 14½ Loth Cöllniſch, alſo der Cubikfuß Regenwaſſer 65 Pf. 25 Loth. Die Schwere des Waſſers iſt nicht immer dieſelbe. Wärmeres iſt leichter als kälteres. Jenes Gewicht hat das Waſſer bey einer Temperatur von 60 bis 70 Fahrenheitiſchen Graden.

111. Wie viel in einer Miſchung zweyer Metalle, als Silber und Kupfer, von beiden enthalten ſey, lehrt das Abwägen im Waſſer, vorausgeſetzt, daß die Metalle nach der Miſchung denſelben Raum zuſammen einnehmen, den ſie vorher einzeln ausfüllten. Nämlich man ſuche das ſpecifiſche Gewicht der Miſchung, und nenne es M, dasjenige des ſchwerern Metalles A, des leichtern B. Nun ſage man: wie ſich verhält das Product aus A in den Unterſchied M — B, zu dem Producte aus B in A — M, ſo die Menge des ſchwerern in der Miſchung zu der Menge des leichtern. Z. E. das eigenthümliche Gewicht des feinen Silbers ſey 1109, des Kupfers 833, einer Miſchung aus beiden 1024, des Regenwaſſers 100; ſo iſt das geſuchte Verhältniß des Silbers und Kupfers wie 1109 mahl 191 zu 833 mahl 85 oder wie 3 zu 1 nahe, und die Miſchung iſt zwölflöthiges Silber. Solches Silber muß alſo auf 1024 im Waſſer verlieren 100, oder 25 auf 256 Gewichttheile. Wegen des Zuſam-

ſammenziehens beider Metalle verliert es etwas weniger.

Bewegung flüſſiger Körper.

112. Aus einem immer voll gehaltenen Gefäße ABCD (Fig. 26.) fließe durch eine Öffnung EF, es ſey im Boden oder zur Seite, das Waſſer aus. Da das meiſte Waſſer in dem Gefäße nicht frey fallen kann, ſondern deſto mehr aufgehalten wird, je weiter das Gefäß in Vergleichung mit der Öffnung iſt, ſo übt es einen Druck gegen das Waſſer in und nahe über der Öffnung aus, und theilt demſelben die Bewegung mit, die es ſelbſt verliert. Die Geſchwindigkeit aber, die dem Waſſer in der Öffnung durch den Druck ertheilt wird, kann, wegen der mannigfaltigen Gegenwirkungen der Waſſertheilchen, nicht wohl hinlänglich genau beſtimmt werden. Wenn es auf das Waſſer in der Säule EFGH allein ankäme, ſo möchte die Geſchwindigkeit des ausfließenden Waſſers ſo groß ſeyn als diejenige, welche durch den Fall von der Höhe GE, der Höhe des Waſſers über der Öffnung, erhalten wird. Denn was die Tropfen in dem obern Theile der Waſſerſäule verlieren, das gewinnen ſie wieder in dem untern. Allein das von den Seiten her zufließende Waſſer erfordert eine Kraft zu ſeiner Seitenbewegung und zu der Änderung der Richtung ſeines Weges; auch hält es die ſenkrecht herabſinkenden Waſſertheilchen auf, da Körper auf einer geneigten Fläche mehr Zeit zum Fallen gebrauchen als nach der ſenkrechten (56.). Daher fließt weniger Waſſer aus, als bey einer für ſenkrecht angenommenen Bewegung der Theilchen gefunden wird.

113. Es hängt die ausfließende Waſſermenge auch von der Beſchaffenheit der Mündung ab. Iſt dieſe ein bloßes Loch in einer dünnen Platte, ſo verengt das von der Seite zuſtrömende Waſſer den Waſ-

ferstrahl, hält das Wasser in der Mitte auf, und vermindert dadurch die ausfließende Wassermenge. Durch eine Röhre fließt mehr Wasser aus als durch eine bloße Öffnung von derselben Weite, weil in jener, durch die Anhängung an ihre Wand, die Wassertheilchen veranlaßt werden, sich mehr nach parallelen Richtungen zu bewegen. Die kleine Beschleunigung in der Röhre selbst trägt dazu ein weniges bey, da der Druck der ganzen umgebenden Luft das Wasser aus dem Gefäße nachzueilen nöthigt. Erweitert sich die Röhre ein wenig nach unten hin, und wird nicht zu kurz genommen, so wird die Geschwindigkeit des Ausflusses vergrößert. Die vordern Wassertheilchen breiten sich zur Seite aus, und die Luft zwingt die nachfolgenden Theilchen, sich geschwinder zu bewegen, um keinen leeren Raum zu gestatten. Daher ist es gut, die Schorsteinröhren sich nach oben etwas erweitern zu lassen.

114. Beyspiel. Aus einem Gefäße, 9 Quadratfuß im Durchschnitt, in welchem das Wasser über einer horizontalen Öffnung 11 Fuß 8 Zoll 10 Lin. Pariser Maaß hoch stand, sind durch eine kreisrunde Öffnung, in einer kupfernen Platte, einen Zoll im Durchmesser, in einer Minute 9281 Cubikzoll geflossen. Dividirt man die Wassermenge durch die Fläche der Öffnung, so erhält man die Geschwindigkeit des Wassers in einer Minute 11817 Zoll, oder in einer Secunde 197 Zoll. Die Geschwindigkeit, die durch den Fall von der Wasserhöhe erhalten wird, ist 319½ Zoll, nach (50). — In einem andern Versuche war eine Röhre von 4 Zoll Länge und 1 Zoll Weite angebracht; die Wasserhöhe über der obersten Öffnung der verticalen Röhre war dieselbe wie vorher. Die Wassermenge betrug 12274 Cubikzoll. Die Geschwindigkeit des Was-

Wassers ist 260½ Zoll in einer Secunde. Die Geschwindigkeiten in beiden Versuchen, und die zu der ganzen Höhe gehörige, verhalten sich nahe wie 10 : 13 : 16 *).

115. Die Erfahrung zeigt, daß bey gleichen Öffnungen und ungleichen Wasserhöhen die in einerley Zeit ausfließenden Wassermengen sich nahe wie die Quadratwurzeln aus den Wasserhöhen verhalten, das ist, eben so, als sie sich verhalten würden, wenn die Geschwindigkeit zu der ganzen Wasserhöhe gehörte. Die wirkende Ursache läßt sich durch die Wasserhöhe darstellen; die Wirkung durch die ausfließende Wassermenge und Geschwindigkeit. Die Geschwindigkeit verhält sich wie die Wassermenge, also das Product beider wie das Quadrat einer derselben; daher die Wasserhöhe wie dieses Quadrat, und die Wurzel aus der Wasserhöhe wie die Wassermenge. (Vergl. Geom. 125.). Die Wassermengen nehmen nicht völlig so zu, wie die Wasserhöhen; dagegen etwas mehr, als die Flächen der Öffnungen.

116. Fließt das Wasser aus einer in der Seite des Gefäßes gemachten Öffnung l, (Fig. 26.) so beschreibt es, wenigstens nahe, eine Parabel lM. Durch die Weite, worauf es nach horizontaler Richtung spritzt, läßt sich die Geschwindigkeit des Ausflusses messen. Denn aus der Tiefe lN des Punctes M, wo das Wasser den Boden MN trifft, läßt sich die Zeit bestimmen, in welcher ein Tropfen von l den Boden in M erreicht. Die Geschwindigkeit wird nach der horizontalen Richtung lm durch den Fall nicht geändert. Dividirt man also den nach dieser Richtung beschriebenen

*) Diese Versuche hat Bossut gemacht. Traité d' Hydrodynamique T. II. pag. 27. et 51. 2de edit. an IV. daraus im Leipz. Magazin der Mathem. für 1787. S. 178. und 192. mit Bemerkungen von Hennert.

nen Weg Im oder NM durch die Zeit, so hat man die Geschwindigkeit des Ausflusses.

117. Ist die Röhre des Ausflusses (Fig. 26.) bey K aufwärts gebogen, so erreicht der Strahl KL nicht die Höhe des Wassers in dem Gefäße. Es verhält sich hier anders als bey dem Gleichgewichte, wenn das Wasser des Strahls in einer bis CD reichenden Röhre ruhend eingeschlossen wäre. Die Kraft, die zu der Bewegung des Wassers im Gefäße und der Leitröhre, und zu der vielleicht sehr schnellen in dem Strahle nöthig ist, kann nicht zum Gleichgewichte mit dem zurückdrückenden Wasser des Strahls verwandt werden. Man stelle sich eine Röhre vor, welche die Figur des Strahls hat, und mit ruhendem Wasser gefüllt ist, wobey das Wasser im Gefäße so hoch steht als in dieser Röhre. Soll das Wasser in der Röhre bewegt werden, so muß eine äußere Kraft hinzukommen, als ein Stempel, wie in Druckpumpen, oder das Wasser im Gefäße muß erhöhet werden. Die abnehmende Geschwindigkeit des steigenden Wassers vermindert zugleich die Geschwindigkeit des nachfolgenden, wenn das höhere sich nicht gerade so viel weiter ausbreitet, als es durch die Schwerkraft langsamer wird. Die Änderungen in der Richtung der Wassertheilchen und die gegenseitigen Störungen derselben verzehren etwas Kraft. Bey dem ersten Herausspritzen widersteht die Luft, hernach, wenn der Strahl seine Höhe erreicht hat, nicht mehr.

Bey einer Wasserhöhe von 24 Fuß 5 Zoll und einer Öffnung von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser sprang nach Mariotte's Versuchen der Strahl 22 Fuß 10 Zoll hoch. Bey einer Wasserhöhe von 35 Fuß nahe fehlten dem Strahle 3 Fuß 3 Zoll. Die Höhe des Strahls hängt auch von der Öffnung ab, welche sowohl zu klein als

zu

zu groß seyn kann. Die Mündungen an den Ausgußröhren der Feuerspritzen pflegen zu enge genommen zu werden. — Bey einer Wasserhöhe von 13 Fuß liefen, nach wiederholten Versuchen, in einer Minute, 14 Pinten Pariser Maaß (35 auf einen Cubikfuß), durch eine Öffnung eines Viertelzolls weit aus. Die Geschwindigkeit des Strahls an der Mündung war also in einer Secunde 235 Zoll, die dazu gehörige Höhe des Falles $6\frac{1}{3}$ Fuß, halb so klein etwa als die Höhe, die der Strahl erreicht haben mag. — Bossut fand bey einer Wasserhöhe von 11 Fuß, Leitröhre von 3 Z. 8 L. Weite, und Mündung von 8 L. die Höhe des lothrechten Strahls 10 F. 6 Z. 6 Lin.; bey einer 9 bis 10 Lin. weiten Leitröhre, und übrigens gleichen Umständen, die Höhe des Strahls nur 7 F. 10 Z. Dieses giebt eine für Spritzen und große Pumpwerke nützliche Anwendung.

VI. Mathematisch-physikalische Kenntniß der Luft, oder die Aerometrie.

118. Wir sind mit einem flüssigen Wesen, der Luft, umgeben, welches wir zwar nicht sehen, aber doch fühlen, wenn wir es mit der Hand oder einem Fächer schnell gegen das Gesicht treiben, oder wenn der Wind es in Bewegung setzt. Das Blau des Himmels ist inzwischen sichtbare Luft. Wir nennen diese die Erde umgebende flüssige Masse die Atmosphäre oder den Dunstkreis.

119. Diese Luft ist elastisch. Wenn man in ein etwas hohes mit Wasser gefülltes Gefäß ein umgekehrtes leeres Wein- oder Bierglas senkrecht eintaucht, so wird man bald einen Widerstand fühlen, der es in die Höhe treibt, und es nicht zum Stehen auf dem Boden kommen läßt, sondern es umwirft,

wo-

wobey aus dem Wasser Blasen fahren. Senkt man das Glas schief ins Wasser, daß die Luft dem Wasser ausweichen kann, so entsteht kein Widerstand, das Glas bleibt auf dem Boden stehen, und läßt sich ganz mit Wasser füllen.

120. Eben diese Eigenschaft der Luft erhellt auch daher, daß man in einen Cylinder, der an einem Ende verschlossen ist, einen Stempel zwar hineintreiben kann, aber immer größern Widerstand findet. Läßt man mit dem Drucke nach, so geht der Stempel zurück. — Die Täucherlein (Cartesianischen Teufelchen) enthalten in ihrer Höhlung Luft über dem durch eine Öffnung hineingetretenen Wasser, und sinken daher, wenn durch einen Druck auf das Wasser des Gefäßes die Luft zusammengedrückt und Wasser hineingetrieben wird, steigen aber, wenn der Druck aufhört, und die Luft sich wieder ausdehnt.

121. Die Luft ist schwer. Man fülle eine an beiden Enden offene Röhre mit Wasser, indem man sie während des Füllens mit einem Finger unten verschlossen hält, verschließe darauf die obere Öffnung, und ziehe von der untern den Finger ab, so schießt kein Wasser heraus. Mit dem Stechheber zieht man aus einem Gefäße das Getränk, indem man es durch die untere Öffnung hineintreten läßt, und bey dem Herausheben die obere verschließt. Der Druck der Luft wirkt der Schwere des Wassers entgegen. Man stelle sich eine gebogene Röhre vor, deren einer Schenkel die mit Wasser gefüllte Röhre ist, der andere bis an das Ende des Dunstkreises reicht und Luft enthält. Das Gewicht dieser Luft kann wegen der Höhe beträchtlich seyn, obgleich die Luft selbst sehr dünn und leicht ist (97.).

122.

122. Die Röhre darf aber nicht länger als 32 bis 33 Pariſer Fuß ſeyn, oder es fließt ſo viel Waſſer heraus, bis daß die Waſſerſäule jene Länge erhält. Der Druck der Luft auf eine Fläche iſt nicht größer als das Gewicht einer Waſſerſäule über dieſer Fläche von der gedachten Höhe. Höher kann man in Waſſerkünſten das Waſſer mit einem Satze nicht heben.

123. Nimmt man anſtatt des Waſſers Queckſilber, welches 14mahl ſchwerer iſt als Waſſer, ſo iſt eine 14mahl kleinere Säule deſſelben, das iſt, eine von etwa 28 Pariſer Zoll Höhe, mit der Luft im Gleichgewichte. Dies iſt nahe die mittlere Höhe des Queckſilbers im Barometer an der Meeresfläche. Denn dieſe Höhe iſt veränderlich. Die einfachſte Einrichtung dieſes Werkzeuges iſt folgende. ABC (Fig. 27.) iſt eine gebogene, bey A zugeſchmelzte Glasröhre, die von C bis E Queckſilber enthält. In dem obern Theil AE darf keine Luft ſeyn. Der Querſchnitt D ſey mit C, der Oberfläche des Queckſilbers in dem kürzern Schenkel, horizontal, ſo hält das Queckſilber von D bis B dem von B bis C das Gleichgewicht, aber der Theil von D bis E wird durch die auf C drückende Luft gehalten. Wird die Luft ſchwerer, ſo wird die Queckſilberſäule DE größer; wird jene leichter, ſo wird dieſe kleiner.

124. Die Luft übt auf jeden Körper einen beträchtlichen Druck aus; auf jeden Quadratfuß Fläche, ſie mag geneigt ſeyn wie ſie will, einen Druck von 33 mahl $65\frac{2}{3}$ Pfund, oder 2167 Pf., wenn wir den Druck der Luft einer Waſſerſäule von 33 Rheinl. Fuß Höhe gleich ſetzen. Unſer Körper, der im Mittel etwa 15 Quadratfuß Oberfläche haben mag, leidet daher einen Druck von 32505 Pfund, welcher bey einer Veränderung des Barometers von 1 Zoll um 1149 Pf.

Pf. vermehrt oder vermindert wird. Die Elasticität der in dem Körper enthaltenen Luft und der Flüssigkeiten hält diesem Druck das Gleichgewicht. Der Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guerike, machte einen sehr auffallenden Versuch, den Druck der Luft zu zeigen. Er zog aus einer hohlen metallenen, aus zwey Halbkugeln zusammengesetzten Kugel von $1\frac{1}{7}$ Rheinl. Fuß im Durchmesser die Luft, und ließ sie durch 16 Pferde aus einander ziehen. Diese konnten sie entweder gar nicht, oder nur mit äußerster Anstrengung ihrer Kräfte trennen, welches mit dem Knalle eines losgebrannten Geschützes geschah. Die Luft druckte auf jede Seite mit einem Gewichte von 2446 Pfund.

125. Die Dichtigkeit der Luft und des Wassers zu vergleichen, ziehe man aus einer großen Kugel vermittelst der Luftpumpe die Luft möglichst heraus, und wäge sie darauf, so wird man sie leichter finden als vorher, da sie Luft enthielt. Der Unterschied des Gewichts ist dasjenige der in der Kugel enthaltenen Luft. Man fülle sie darauf mit Wasser, wäge sie, und ziehe das Gewicht der Kugel ab, so giebt das Verhältniß des Gewichts des Wassers und der Luft dasjenige ihrer eigenthümlichen Schweren.

126. Oder man steige mit dem Barometer so hoch, daß das Queckſilber eine Linie fällt. Es sey diese Höhe 78 Fuß. In dieser Höhe kann man die Luft noch gleichförmig dicht annehmen. Eine Säule Queckſilber von 1 Lin. Höhe wiegt demnach so viel als eine Säule Luft von 78 Fuß, um welche die ganze Luftsäule kürzer geworden ist. Das Queckſilber ist also 78mahl 144 oder 11232 mahl schwerer als die untere Luft, folglich Wasser, das 14 mahl leichter als Queckſilber ist, 802 mahl schwerer als Luft.

127.

127. Die Veränderungen der Dichtigkeit unserer untern Luft zeigt eine hohle, dicht verschlossene Kugel von Kupferblech, welche an einem Ende eines Wagebalkens, mit einem Gegengewichte an dem andern, aufgehängt wird. Wird die Luft dichter oder specifisch schwerer, so drückt sie die Kugel in die Höhe; wird sie dünner, so sinkt die Kugel. Man nennt dieses Werkzeug ein **Manometer**. Die Kugel muß wenigstens 1 Fuß im Durchmesser halten. Man pflegt sie möglichst luftleer zu machen, welches aber nicht nöthig ist, wenn man das Gewicht des von der Kugel eingenommenen Raumes Luft, und das dabey erforderliche Gegengewicht in einem Falle kennt.

128. Wie viel die Dichtigkeit der Luft durch die Zusammendrückung vermehrt wird, kann man bis zu einem gewissen Grade auf folgende Art erfahren. Man nimmt eine umgebogene Glasröhre ABCD (Fig. 28) mit parallelen lothrecht gestellten Schenkeln AB, DC, wovon der kürzere (etwa 1 Fuß lang) bey A zugeschmelzt, der andere (etwa 8 F.) offen ist. Man gießt Quecksilber hinein, welches sich in die wagrechte Linie BC setzt, und in AB Luft von gleicher Dichte mit der äußern verschließt. Hierauf gießt man mehr Quecksilber hinzu, welches in dem verschlossenen Schenkel sich weit niedriger, als in dem offenen, wegen der eingeschlossenen Luft, stellt. Es steige dort bis E, hier bis F, und G sey mit E gleich hoch. In dem natürlichen Zustande ist die Luft von A bis B durch das Gewicht einer Quecksilbersäule, ich setze von 28 Zoll, zusammengedrückt, die Luft in AE durch eben dieses Gewicht und noch dazu von einer Säule, deren Höhe FG ist. Es sey AB = 12 Zoll; FG = 84, so findet man AE = 3 Zoll. Die zusammendrückenden Kräfte verhalten sich wie 28 zu 28 + 84, oder

28 zu 112, die Räume AB und AE wie 12 zu 3, umgekehrt wie jene Kräfte. Die Dichtigkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Räume, also wie die Kräfte. So auch bey geringern Zusammendrückungen. Doch hat man gefunden, daß eine Kraft, die noch nicht siebenmahl so stark ist als der Druck der Atmosphäre, die Luft achtmahl verdichte. Jenes Verhältniß der Dichtigkeiten und der zusammendrückenden Kräfte nennt man das Mariottische Gesetz der Federkraft der Luft.

129. Die Wärme dehnt die Luft aus, und verstärkt ihre Elasticität, daß sie einer dichtern kalten das Gleichgewicht halten kann. Verschließt man wenig Luft in einer Blase, und nähert sie einem Kohlenfeuer, so dehnt die verschlossene erwärmte Luft die Blase aus, und kann sie zuletzt zersprengen. Daher ist die Dichtigkeit der Luft nur bey einerley Grad der Wärme der zusammendrückenden Kraft, oder der ihr entgegengesetzten Federkraft proportional. Trockenheit und Feuchtigkeit haben auch Einfluß auf die Federkraft der Luft.

130. Erwärmt man ein Gefäß, das sich in eine enge Röhre endigt, und taucht die Röhre in Wasser, so tritt das Wasser, so wie die innere Luft erkaltet, in das Gefäß hinein. Sie kann dem Drucke der äußern Luft nicht mehr, wie erwärmt, das Gleichgewicht halten. Die Schröpfköpfe drückt die äußere Luft an den Körper fest, weil die innere durch Erwärmung verdünnt ist. Daher treibt sie auch das Blut aus den geschlagenen Öffnungen der Haut in den Schröpfkopf.

Die Luftpumpe.

131. Die Luftpumpe ist eines der vornehmsten Werkzeuge eines Naturforschers. Sie dient aus einem Gefäße die Luft zu ziehen, oft auch sie darin anzuhäufen

fen und zusammen zu drücken. Das Hauptstück ist ein Cylinder, in welchem ein fest anschließender Stempel hin und her gezogen wird; durch eine Röhre hängt er mit dem auszuleerenden Gefäße zusammen, welches mehrentheils ein rundes, oben gewölbtes Glas (eine Glocke, Campane oder Recipient) ist, das auf einen Teller an der Communicationsröhre gesetzt wird. Man legt nasses Leder darunter, oder setzt noch besser die unten mattgeschliffene Glocke auf den mattgeschliffenen Teller, ohne alles Leder, nur mit etwas Baumöl zwischen beiden. Die Luftpumpen sind übrigens auf mancherley, zum Theil sehr künstliche Art eingerichtet; mit einem liegenden oder stehenden, einfachen oder doppelten Cylinder. Einige haben Hähne, die Communication zwischen Cylinder und Glocke zu öffnen oder zu verschließen, andere Ventile oder Klappen, hier von Blasenhaut, die über die Öffnung gespannt wird, von einer Seite her den Durchgang der Luft verstattet, von der andern an die Unterlage durch die andringende Luft selbst gedrückt wird. In der von Cuthberson neulich erdachten Luftpumpe sind weder Hähne noch Ventile, sondern Stöpsel, welche in Öffnungen einfallen und wieder ausgehoben werden. Man hat sich auch zur Ausziehung der Luft des Queckſilbers, der Wasserdämpfe, und glühender, zu erstickender Kohlen bedient.

132. Eine einfache und bequeme Einrichtung einer Luftpumpe, die uns zur Erklärung dieses Werkzeuges dienen soll, ist folgende. ABCD (Fig. 29.) ist der Cylinder, von dessen Boden die Röhre EFG zu der Glocke geht, die auf dem Teller HH steht. In der Unterlage AI ist der Hahn K befindlich, der doppelt durchbohrt ist, einmahl so, daß er der Luft aus der Glocke und Röhre den Weg in den Cylinder öffnet, und dann so, daß er derselben den Rückweg verschließt,

ihr aber einen Ausgang ins Freye gestattet. Wenn der Stempel S aufgezogen wird, so breitet sich die Luft unter der Glocke und der Röhre aus, und tritt zum Theil in den Cylinder. Bey dem Heruntergehen des Stempels wird der hineingetretenen Luft, durch das Umdrehen des Hahns, der Rückweg verschlossen, hingegen der Ausgang ins Freye geöffnet. Bey dem zweyten Aufziehen wird von der verdünnten Luft in der Glocke und Röhre wieder ein Theil ausgetrieben, und so wird die Luft immer mehr verdünnt, aber nie völlig ausgeleert. Die Glocke wird durch die äußere Luft so fest an das Leder und den Teller gedrückt, daß keine Luft hineindringen, die Glocke auch nicht weggenommen werden kann, wenn man nicht durch eine Öffnung in dem Hahne L, dessen Durchschnitt hier nur gesehen wird, von außen Luft hineingelassen hat. Dieser Hahn dient auch, die Gemeinschaft zwischen der Glocke und dem Cylinder zu eröffnen oder zu sperren. Von dem Hahnenstücke Z geht eine Röhre zu einem kleinen Teller MM hin, worauf ein hohes Glas gesetzt wird, um ein Barometer darunter zu stellen, welches zum Elasticitätszeiger der in den beiden Glocken enthaltenen Luft dient. Ein Hahn N verschließt oder öffnet den Weg zwischen den Glocken. — An dem Stempel ist eine gezähnte Stange, in welche ein gezähntes Rad eingreift, das durch eine Kurbel umgedreht wird. So wird der Stempel mit leichter Mühe bewegt. An der Welle des Rades wird noch ein Arm befestigt, der am Ende jedes Kolbenzuges einen Schweif an dem Hahne K fortstößt, und ihm dadurch die für den folgenden Auf- oder Niedergang erforderliche Stellung giebt. Die beschriebene Einrichtung hat die Branderſche Cabinetsantlia.

In dem Ende der Verbindungsröhre, zunächst unter dem Boden des Cylinders bey E, bleibt, nachdem

dem der Stempel herabgetrieben ist, Luft von natürlicher Dichte. Ist die Ausleerung der Glocke so weit gebracht, daß die Luft darin so dünn ist, als die Luft bey E durch die Verbreitung in den ganzen Cylinder beym Aufziehen des Stempels wird, so hört die Verdünnung der Luft auf. Daher nennt man den Raum, wie hier der bey E ist, den schädlichen Raum. Man kann ihn fast ganz wegschaffen, wenn man an der Unterfläche des Stempels einen Ansatz befestigt, der genau in das Röhrenstück bey E bis an den Hahn reicht.

133. Die unter der Glocke befindliche Luft wird verdichtet, wenn man dem Hahne unter dem Cylinder bey jedem Zuge die der vorigen entgegengesetzte Stellung giebt, und bey dem Aufziehen durch den Hahn L die Communication mit der Glocke sperrt, beym Heruntergehen öffnet. Nur muß die Glocke durch irgend eine Anstalt gegen den Teller gedrückt werden. Oder man schraubt ein Gefäß auf die Öffnung der Röhre G, und läßt den Teller nebst der Glocke weg.

134. Der Versuche, welche man mit der Luftpumpe anstellen kann, sind viele. Das Quecksilber des Barometers sinkt unter dem Recipienten, je mehr die Luft verdünnt wird, zum fernern Beweise, daß es die äußere Luft war, welche es hielt. — Aus dem Wasser steigen in der verdünnten Luft unzählige Blasen in die Höhe, besonders wenn es vorher ein wenig erwärmt worden ist; Bier schäumt und Milch wallt so stark auf, als wenn sie am Feuer kochte. Eines Theils ist es die in den Flüssigkeiten versteckte Luft, welche sich hier entwickelt; allein es sind auch elastische Dämpfe, die sich hier, wie bey dem Kochen am Feuer, losreißen, weil ein geringer Wärmegrad in der verdünnten Luft zu dieser Wirkung hinreicht. Auf hohen Bergen siedet das Wasser auch eher, und mit einem geringern Grade

der Hitze, als auf der Ebene der Erdfläche. — Eine Glocke unter dem ausgeleerten Recipienten klingt nicht, wenn man durch einen in denselben hineingehenden Drath sie anzieht. — Ein brennendes Licht verlöscht in der verdünnten Luft sehr bald, eher als unter dem mit gewöhnlicher Luft angefüllten Recipienten. Vor dem Verlöschen wird die Flamme fast durchgängig blau, da sie sonst nur unten am Dochte die blaue Farbe zeigt. Schießpulver, welches sich unter demselben vor der Ausleerung durch einen Brennspiegel entzünden läßt, fängt in einer hinlänglich verdünnten Luft nicht Feuer, sondern schmilzt nur mit Aufwallen. — Säugthiere und Vögel sterben in einer sehr verdünnten Luft bald; Amphibien behalten das Leben länger; Insecten einen oder auch bisweilen zwey Tage. Wie es den Fischen in verdünnter Luft ergeht, ist in der Naturgeschichte derselben erzählt.

Das Barometer.

135. Das Barometer zeigt den Druck der Luft an, weil dieser Druck mit der Queckſilberſäule im Gleichgewichte ist (123.), also gegen irgend eine Fläche so viel beträgt, als das Gewicht einer Queckſilberſäule über dieser Fläche, von derjenigen Höhe, die das Barometer anzeigt. Da eine dünnere Luft, bey vermehrter Elasticität, einer dichtern, weniger elastischen, das Gleichgewicht halten kann, so zeigt die Barometerhöhe nicht gerade das Gewicht der senkrechten Luftsäule von dem Orte, wo man sich befindet, bis an das Ende der Atmosphäre an. Inzwischen wird der mittlere Barometerstand an einem Orte das Gewicht der Luftsäule genau genug angeben.

136. Das Barometer selbst wird auf verschiedene Arten eingerichtet. Man nimmt eine Röhre mit einer Kap-

Kapsel oder Kugel unten; aber dabey ist die Gränze, von welcher an man die Höhen rechnet, veränderlich. Doch ist diese Art zu gewöhnlichen Beobachtungen am bequemsten. Man giebt dem obern Theile der Röhre eine schiefe Richtung, um die Veränderungen merklicher zu machen, welches aber auch Unbequemlichkeiten hat. Oder es wird über eine Welle mit einem Zeiger an einer Scheibe ein Faden gewunden, an dessen einem Ende eine Kugel hängt, die auf dem Quecksilber in der umgebogenen Röhre schwimmt, mit diesem steigt und fällt, da an dem andern Ende eine leichtere Kugel den Faden anzuziehen dient. Der Zeiger bewegt sich merklich, wenn die Kugeln sich nur wenig bewegen; doch ist dieses unsicher, weil der Faden einer Ausdehnung und Zusammenziehung unterworfen ist. Man suchte sonst nur die Barometer recht empfindlich zu machen, und versäumte darüber andere wichtigere Erfordernisse, oder machte sie gar fehlerhaft. So ist es mit dem Doppelbarometer, worin ein zweyter Schenkel gefärbten Weingeist oder flüssiges Weinsteinsalz enthält, welches bey einer geringen Veränderung des Drucks sehr merklich steigt oder fällt. Die neuesten und besten Barometer sind die nach des Herrn de Lüc Vorschriften verfertigten. Die Röhre ist umgebogen, und besteht aus einem längern und einem kürzern Schenkel, wie (Fig. 27.). Sie muß, wenigstens in dem Spielraume des Quecksilbers, genau gleichweit seyn. Wenn in dem längern verschlossenen Schenkel das Quecksilber um eine Linie fällt, so steigt es in dem andern um eben so viel, also ist die Quecksilbersäule wirklich zwey Linien kürzer geworden. Die Angaben beider Scalen an jedem Schenkel werden addirt, weil sie ihren gemeinschaftlichen Anfang irgendwo über dem untern Schenkel haben. Es ist an denselben ein geradliniehter Vernier (oder Nonius), nach der Art des (Geom.

245.) beschriebenen, angebracht. Das Queckſilber muß durch Kochen von der Luft gereinigt ſeyn, ſonſt wird die Bewegung deſſelben unregelmäßig. Es muß auch ein bequem eingetheiltes Thermometer mit dem Barometer verbunden werden, weil Wärme und Kälte die Queckſilberſäule verlängern oder verkürzen, ohne ihr Gewicht zu verändern. Die Röhren müſſen drittehalb bis drey Linien Weite im innern Durchmeſſer halten. Man nennt dieſes Barometer ein heberförmiges.

137. Die Barometerhöhen nehmen ab, je höher man über der Erdfläche ſich erhebt. Die franzöſiſchen Mathematiker, welche in Peru einen Bogen des Mittagskreiſes maßen, fanden die Barometerhöhe an der Meeresfläche 28 Zoll 1 Lin.; in Quito, auf dem hohen Erdrücken der Cordilleras, 20 Zoll 1 Lin.; auf dem ſteinichten Gipfel des Pichincha 15 Zoll 11 Lin. Die drückende Luftmaſſe nimmt nicht allein an der Höhe, ſondern auch an der Dichtigkeit ab, da die Luft ſich deſto mehr ausdehnt, je ſchwächer der Druck von oben wird. Nimmt man an, daß die Dichtigkeit der Luft der zuſammendrückenden Kraft proportional iſt (128.), giebt man ferner der Luft von unten bis ganz oben hinauf eine gleiche Temperatur der Wärme, und entfernt alle übrigen Urſachen, welche den Zuſtand der Dichtigkeit und Elaſticität ändern können, als Feuchtigkeit oder Trockenheit, allerhand Dünſte und Elektricität; ſo läßt ſich mathematiſch beweiſen, daß die Höhen des Queckſilbers im Barometer, welche dem Drucke der Luft proportional ſind, in geometriſcher Progreſſion abnehmen, wenn die Höhen von unten auf in arithmetiſcher Progreſſion zunehmen. Z. B. die Barometerhöhe ſey an der Erdfläche 28 Zoll oder 336 Linien; man müſſe 78 Fuß in die Höhe ſteigen, damit

das

das Barometer um eine Linie falle, oder 335 Lin. hoch stehe; so wird, für jeden Zusatz von 78 Fuß an der Höhe des Standortes, die Barometerhöhe in dem Verhältnisse 336 zu 335 abnehmen. Im Anfange nehmen die Barometerhöhen fast gleichförmig ab; nur bey größern Höhen wird erst der Unterschied merklich, wie folgende Tabelle zeigt.

Höhe des Standortes.	Barometerhöhe.
An der Meeresfläche	336,0 Lin.
780 Fuß	326,1 —
1560 —	316,5 —
2340 —	307,3 —
3120 —	298,2 —
3900 —	289,5 —
4680 —	281,0 —
5460 —	272,7 —
6240 —	264,7 —
7020 —	256,9 —
7800 —	249,4 —
8580 —	242,1 —
9360 —	235,0 —
ꝛc.	ꝛc.

Die Höhe von Quito über der Meeresfläche ist durch geometrische Messung gefunden 8796 Pariser Fuß; nach unserer Tafel würde sie 8697 Fuß seyn. Der steinichte Gipfel des Pichincha ist nach unserer Tafel 14781 Fuß über der Meeresfläche, nach der Messung 14604 Fuß. (Vergl. Arithm. 144.) — Wollte man anstatt 78 eine andere Zahl nehmen, so werden nur die Höhen der Standörter alle in demselben Verhältnisse zu verändern seyn.

138. Hieraus ergiebt sich ein Mittel, Höhen durch das Barometer zu messen. Man legt eine solche Progression, wie in (137.), zum Grunde,

und leitet aus den beobachteten Barometerhöhen, am beſten den mittlern, die Erhebung des unterſten und oberſten Standpunctes über der Meeresfläche her, woraus alſo die Höhe des einen Standortes über dem andern ziemlich genau bekannt wird. Allein es bedarf dieſes Verfahren noch einiger Verbeſſerungen. Die Wärme macht die Luft dünner, ſo daß man höher ſteigen muß, damit das Queckſilber eben ſo viel falle, als in einer kältern. Die Wärme verlängert die Queckſilberſäule, und die Kälte verkürzt ſie, ohne ihr Gewicht zu verändern. Der Vorzug des von Hrn. de Lüc angewandten Verfahrens zur Meſſung der Höhen beſteht darin, daß er den Einfluß der Temperatur der Luft und des Queckſilbers zu beſtimmen geſucht, und den Werkzeugen eine größere Vollkommenheit gegeben hat.

139. Wenn man in der vorher berechneten Progreſſion ſo weit fortſchreitet, bis die Barometerhöhe nur eine Linie iſt, ſo ſtimmt hierzu eine Höhe von 152224 Fuß, das ſind faſt $6\frac{1}{2}$ deutſche Meilen. Allein ſchwerlich wird das angenommene Geſetz der Federkraft bis zu dieſem geringen Druck gültig bleiben. Es muß eine gewiſſe, wenn auch etwas veränderliche Gränze des Luftkreiſes geben, alſo auch eine natürliche Dichtigkeit der Luft, bey welcher ſie ſich nicht mehr auszubreiten ſucht. Die Elaſticität der Luft rührt von ihrer Compreſſibilität her. An der Gränze der Atmoſphäre iſt kein Druck, und daher keine Elaſticität.

Bewegungen des Waſſers vermittelſt des Drucks der Luft.

140. Die mit Waſſer gefüllte gebogene Röhre ACB (Fig. 30.) ſey mit dem Schenkel CA in ein Gefäß mit Waſſer DE gebracht. Auf das Waſſer in beiden Schenkeln der Röhre drückt die äußere Luft gleich ſtark.

ſtark. Das in dem Schenkel CA von der Mündung A bis neben K in der Oberfläche FG des Waſſers im Gefäße befindliche Waſſer wird von dem äußern Waſſer gehalten. Der Druck der Luft gegen das Waſſer in CA wird alſo vermindert um das Gewicht einer Waſſerſäule von der Höhe HK, dem Abſtande der Waſſerfläche FG von der durch C horizontalen Hl; der Druck gegen das Waſſer in CB um das Gewicht einer Waſſerſäule von der Höhe Bl. Folglich wird das Waſſer in A mit einer weniger verminderten, das iſt, größern Kraft, in die Röhre getrieben, und muß in B herausfließen, bis daß die Oberfläche des Waſſers die Mündung A erreicht, in dem Falle, daß A höher als B liegt, oder ſo lange, bis ſie mit B gleich hoch wird, in dem Falle daß B höher als A liegt. In dem erſtern treibt die Luft das in der Röhre befindliche Waſſer vollends heraus. — Man nennt eine ſo zu gebrauchende Röhre einen **Heber**, der bey dem Abziehen gefüllter Gefäße ſehr nützlich iſt. Im Großen kann er zur Leitung des Waſſers über Anhöhen gebraucht werden, nur darf die Tiefe der Waſſerfläche unter dem höchſten Punct der Leitröhre die Höhe von 32 Rheinl. Fuß nicht überſteigen.

141. Man bringt durch den Druck der Luft allerhand **Springbrunnen** hervor. Der einfachſte iſt der **Heronsball** *), ein Gefäß mit einer engen Springröhre, die nahe bis an den Boden reicht. Die Luft in demſelben wird durch Ausſaugen, Auspumpen oder Erwärmung verdünnt, daß es ſich zum Theil mit Waſſer füllen läßt; oder man bringt das Waſſer durch eine beſondere, hernach zu verſchließende Öffnung hinein. Darauf wird durch Einblaſen oder durch eine Compreſſionspumpe mehr Luft hineingebracht, welche bey Eröff-

*) Von deſſen Erfinder, Hero, einem alten griechiſchen Mechanikus, ſo genannt, wie der folgende.

Eröffnung der Springröhre durch ihre Federkraft das Wasser heraustreibt. Auch durch Erwärmung der innern Luft läßt sich dieses bewerkstelligen.

142. Der **Heronsbrunnen** besteht aus zwey über einander in einiger Entfernung gestellten und durch zwey Röhren verbundenen Gefäßen. Zuerst bringt man in das obere Gefäß Wasser, und gießt darauf durch die eine Röhre, welche durch das obere Gefäß bis nahe an den Boden des untern geht, Wasser in das letztere. Dieses verdichtet die in dem Gefäße befindliche Luft, welche durch die zweyte Röhre auf das Wasser in dem obern Gefäße drückt, und es zu der Springröhre heraustreibt. Von diesem artigen Spielwerke hat man vor einiger Zeit eine Anwendung auf die Herausschaffung der Grubenwasser in den Bergwerken versucht.

143. Man hat allerhand belustigende Einrichtungen dieser Art erdacht, z. B. den **Zauberbrunnen**, die **magische Tonne** und mehrere. In dem **Vexirbecher** ist ein Heber versteckt, der sich nicht eher anfüllt, als bis das Getränk über seine Krümmung steigt, worauf er durch eine in dem Boden des Gefäßes befindliche Öffnung den Becher ausleert.

144. Die **Saugpumpen** sind die nützlichste Anwendung des Drucks der Luft zur Bewegung des Wassers. Wenn der Stempel oder Kolben der Pumpenröhre in die Höhe gezogen wird, so treibt der Druck der äußern Luft das Wasser in die Pumpe oder in die daran befindliche Saugröhre hinein, daß es dem Stempel folgt, so lange die Höhe desselben über der äußern Wasserfläche nicht über 32 Fuß beträgt.

Mittel, Bewegungen der Luft zu erregen.

145. Die Luftpumpe, nach größern Maaßen ausgeführt, dient aus eingeschlossenen Räumen mittelst

telst Leitröhren die verdorbene Luft wegzuschaffen. Schon im J. 1711 ist eine solche mit doppelter Pumpe auf dem Harze angelegt, und in dem folgenden Jahre aus messingenen Platten, 6 Fuß hoch und $2\frac{1}{2}$ Fuß breit, zusammengesetzt. In der Folge sind daselbst mehrere dergleichen Maschinen erbaut, welche sehr gute Dienste gethan haben. Eine derselben holte die bösen Wetter 500 Lachter lang weg. Man pflegt diese Art von Luftpumpe eine Wettermaschine zu nennen. Die Luftwechselmaschine, welche Hales in England im J. 1741 angegeben und Ventilator genannt hat, besteht aus zwey hölzernen verschlossenen Kasten, deren jeder in der Mitte eine beynahe anschließende Scheidungsklappe hat, welche mittelst ein paar Zapfen um eine der schmalern Seiten beweglich ist. An dem andern Ende ist eine Zugstange, die an einen Hebel gehängt ist, so daß die Scheidungsklappe vermittelst des Hebels auf und nieder bewegt werden kann. Da jede der beiden Abtheilungen eines Kastens zwey Klappen zum Einlassen und Auslassen der Luft an der Seitenwand der Zugstange gegen über hat, so wirkt die Maschine wie ein Paar doppelter Blasebälge. Die ausgestoßene Luft wird in einem Kasten aufgefangen, und durch eine Röhre fortgeleitet.

146. Ein Luftzug wird auch durch Feuer bewirkt, wenn die zur Unterhaltung desselben erforderliche Luft nur durch ein Zugrohr von einem Orte zu dem Feuer gelangen kann; erwärmte Röhren neben dem Feuer dienen auch dazu. Ganz verdorbene Luft taugt aber zur Unterhaltung des Feuers nicht, und brennbare bewirkt eine gefährliche Platzung. Die Anwendung des Feuers zur Reinigung der Luft auf Schiffen hat Sutton um das J. 1740 vorgeschlagen. Sie ist auf dem Harze schon im J. 1717 gemacht.

147.

147. Man lasse Wasser in eine lange lothrechte Röhre durch einen Trichter fallen, und die Röhre sich in den Deckel eines Gefäßes ohne Boden endigen. Innerhalb desselben ist eine polirte Steintafel horizontal in einiger Entfernung gestellt. Das Gefäß, welches luftdicht seyn muß, steht in einem andern offenen, woraus das überflüssige Wasser abläuft. Das Wasser, welches durch die Röhre auf die Tafel fällt, verbreitet die mit demselben eingetretene Luft, die reichlich darin vorhanden ist, besonders wenn oben an der Röhre schief eingebohrte Zuglöcher befindlich sind. Die abgesonderte verdichtete Luft wird durch eine Röhre herausgeführt, und zur Unterhaltung des Feuers einer Esse gebraucht, auch in Bergwerken, um böse Wetter wegzutreiben oder unschädlicher zu machen. Man nennt sie hier eine Wassertrommel.

148. In den Windbüchsen wird eine stark verdichtete Luft angewandt, die in den Lauf geladene Kugel mit beträchtlicher Geschwindigkeit fortzutreiben. An den Windbüchsen mit einfachem Laufe ist der Schaft hehl, aus starkem Metall gemacht, um mittelst einer Druckpumpe die Luft darin zu verdichten. Durch einen Drücker wird das Ventil geöffnet, worauf die herausfahrende Luft die Kugel aus dem Laufe treibt. Das Ventil schließt sich durch eine Feder gleich wieder. An den Windbüchsen mit doppeltem Laufe ist der Raum zwischen den beiden Läufen, deren einer in dem andern steckt, die Windkammer. Man hat sich bey dem Verdichten der Luft in Acht zu nehmen, es nicht bis zur Zersprengung zu treiben. Ein Ueberzug von starkem Leder über dem Schaft mag die Zersprengung mäßigen, und weniger gefährlich machen.

VII. Aussicht in das Weltgebäude.

149. Die Schwerkraft, die wir bisher betrachtet haben, ist für alle Körper auf der Erde dieselbe, daher sie alle gleich geschwind fallen, den Widerstand der Luft bey Seite gesetzt, ob sie gleich durch das, was sie selbst zu dieser Wirkung beytragen, einen verschiedenen Druck auf einen Widerstand äußern, es sey nun wegen der verschiedenen Menge ihrer materiellen Theile, oder wegen der ungleichen innern Wirksamkeit oder Intensität der Kraft. Wenn wir uns aber von der Erde erheben, so mag diese Schwerkraft allerdings abnehmen, ja wir können schon, vor der Erfahrung, behaupten, daß sie abnehmen müsse. Die Schwerkraft können wir uns mit den Linien, die von dem Schwerpuncte der Erde aus nach allen Richtungen gezogen werden, verbunden vorstellen, wie das Licht mit den von einem leuchtenden Körper gezogenen mathematischen Linien. Je mehr sich jene Kraftstrahlen, um sie so zu nennen, verbreiten, desto schwächer wird die Kraft. Es stelle C (Fig 31.) den Schwerpunct der Erde vor, ABD die Erdfläche, EFG irgend eine andere Kugelfläche um den Mittelpunct C. Man nehme auf der erstern einen Flächenraum AB, der hier nur wie ein Bogen erscheint, und verlängere die denselben umgebenden Halbmesser, als CA, CB bis an die andere Kugelfläche, als nach E und F. Der Raum FE, der auf dieser Kugelfläche abgeschnitten wird, verhält sich zu dem Raume AB, wie das Quadrat von CE zu dem Quadrate von CA (Geom. 202.). Die Kraft in EF ist daher schwächer als die Kraft in AB, nach dem Verhältnisse der Ausbreitung der Linien, mit welchen die Kraft gleichsam verbunden ist, oder in dem umgekehrten Verhältnisse der Quadrate der Entfernungen von dem Mittelpuncte der Kraft.

150.

150. Diese Vorstellung von der Verminderung der Schwerkraft wird durch die Erfahrung bestätigt. Daß sie in einer beträchtlichen Höhe über der Erdfläche geringer ist als an dieser, haben die Versuche über die Länge des Pendels unter dem Äquator gezeigt. Sie ist daselbst an der Meeresfläche, in der Höhe von 1466 Toisen, und in der Höhe von 2434 Toisen gefunden 36 Zoll 7,21 Lin.; 36 Zoll 6,88 Lin.; 36 Zoll 6,69 Lin. Bey der Verminderung der Schwerkraft schwingt ein Pendel langsamer, und muß verkürzt werden, um eine Schwingung in einer gegebenen Zeit, als einer Secunde, genau zu machen.

151. Das vorher angegebene Gesetz der Schwerkraft zeigt sich in der Bewegung unsers Mondes. Die Erde oder ihr Schwerpunct sey in C (Fig. 32.), der Mond sey in L, und bewege sich nach LM, die auf CL senkrecht oder es beynahe ist. Daß er nicht durch sein Beharrungsvermögen (11.) von der Erde sich ganz entferne, dies bewirkt die Schwerkraft, die ihn nach der Erde C hin, oder vielmehr beide, den Mond und die Erde, gegen einander treibt. Aus den Bewegungen nach LM und LC wird die Bewegung auf dem Bogen LN zusammengesetzt. Zieht man aus einem Puncte N dieses Bogens die Parallele NK mit LM, so ist LK der Weg, welchen der Mond durch die Kraft der Schwere beschreibt, indem er durch seine eigene Bewegung einen Weg wie KN zurücklegt. Aus der ganzen Umlaufszeit läßt sich der Winkel LCN berechnen, den der Mond in einer kleinen Zeit, als einer Minute, beschreibt. Nimmt man LN für einen Kreisbogen, so läßt sich aus dem Winkel C und der Größe von LC, die im Mittel fast 60 Halbmesser der Erde ist, die Länge LK finden. Dieses LK ist fast 15 Fuß. Nun würde bey uns ein Körper, der in einer Secunde

15 Fuß fällt, in einer Minute (oder 60 Secunden) 60 mahl 60 so viele Fuß fallen (46.). Die Schwerkraft in der Gegend des Mondes ist also 60 mahl 60 mahl kleiner als an der Erdfläche, da die Entfernung von dem Mittelpuncte der Erde 60 mahl größer ist. — Dieses ist nur ein Überschlag zur Vergleichung der Kräfte in Rücksicht auf die Entfernungen, aber hinlänglich zur Bestärkung der vorher gemachten Schlüsse.

152. Wenn die Schwerkraft oder ihre Wirkung, durch welche wir sie messen, sich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung von dem Mittelpuncte der Kraft verhält, so folgt daraus, daß die Bahnen der Planeten um die Sonne, da sie von der genauen Kreisfigur abweichen, Ellipsen (Geom. 280.) sind, in deren einem Brennpuncte die Sonne, als der Mittelpunct der Kraft, sich befindet, wie es, noch ehe das Gesetz der Schwerkraft entdeckt ward, gefunden ist. Es folgt auch daraus ein Gesetz zur Vergleichung der Umlaufszeiten in Verbindung mit ihren mittlern Entfernungen von der Sonne, ebenfalls mit der Erfahrung übereinstimmend, ein Gesetz, welches auch die Nebenplaneten des Jupiters, Saturns und Uranus in Rücksicht auf ihre Hauptplaneten, als die Mittelpuncte der auf sie wirkenden Schwerkraft, beobachten. Selbst die Abweichungen von den Bahnen, welche die Weltkörper, wenn sie einzeln um ihren Mittelpunct der Kraft herumliefen, beschreiben würden, lassen sich aus jenem einfachen Gesetze der Kraft herleiten. Sie entstehen nämlich von den gegenseitigen Wirkungen der Körper auf einander, die sich nach demselben Gesetze richten.

153. Die kleinen Bewegungen, welche an mehrern Sternen wahrgenommen werden, sind ohne Zweifel eine Wirkung ihrer gegenseitigen Schwerkraft. Die

Sonne, der uns nächste Stern, hat gewiß auch eine Bewegung, die von dieser Ursache herrührt. Allein es fehlt uns noch gar zu sehr an Mitteln, diese sehr zusammengesetzten Bewegungen zu entwickeln. Mehr als einzelne Accorde der großen Symphonie möchten auch unsere Nachkommen nicht auffassen. So einfach die Ursachen, Beharrungsvermögen und Schwerkraft, sind, so mannigfaltig sind die Wirkungen, durch die Größe und Verschiedenheit der Massen, durch ihre Entfernungen, durch die Richtung ihrer Bewegungen, und durch die Verknüpfungen in Absicht auf die Lage. Wie unermeßlich muß die verständige Macht seyn, die alle diese harmonischen Bewegungen anordnete! Denn an ihrer Harmonie dürfen wir nach demjenigen, was wir von derselben erkennen, nicht zweifeln.

Von dieser großen Aussicht wenden wir uns zu der nähern Betrachtung der besondern Beschaffenheiten der uns umgebenden Körper, die uns inzwischen darum nicht deutlicher werden, weil sie uns näher sind.

Dritter Abschnitt.

Besondere Anziehungskräfte der Körper.

154. Außer der allgemeinen Schwerkraft beobachtet man noch mancherley Erscheinungen eines gegenseitigen Bestrebens zur Vereinigung, als Annäherung, wiewohl nur bey geringer Entfernung, Anhängen, besonders flüssiger Körper an feste, Zusammenhängen der Theile eines Körpers oder verschiedener Körper, Bildung nach bestimmten Formen, Scheidung und Verbindung aufgelöseter ungleichartiger Körper, die magnetische und elektrische Anziehung. Dergleichen Wirkungen hängen von besondern Beschaffenheiten der Körper ab, und sollten nicht mit der Wirkung der allgemeinen Schwerkraft als gleichartig angesehen werden. Man begreift sie zwar nebst dieser unter der Benennung Anziehung, oder Wirkungen einer anziehenden Kraft, ein Ausdruck, welcher die Erscheinung nur bildlich bezeichnet, nicht erklären soll. Bey verschiedenen sich berührenden Körpern nennt man diese Erscheinung Adhäsion; bey den Theilen eines und desselben Körpers Cohäsion (Aggregation); die Schicklichkeit zweyer Materien, sich zu einer gleichartigen Masse zu vereinigen, eine Verwandtschaft. Selbst bey Berührung ist eine Wirkung in die Ferne, da die bloßen Oberflächen nichts wirksames sind. — Die Wirkung zweyer Materien auf einander ist in einigen Fällen auch ein Widerstreben gegen Vereinigung, ein Abstoßen, wiewohl dieses auch nur scheinbar seyn

kann, wenn die Theilchen einer Materie sich einander stärker anziehen, als sie von den Theilen einer andern angezogen werden. Der Widerstand eines Körpers gegen die Änderung seines Aggregations-Zustandes kann bald als Abstoßen bald als Anziehen erscheinen.

155. Man nehme zwey ebene, polirte, reine, trockene Spiegelgläser, lege sie auf einander, so wird man eine beträchtliche Gewalt anwenden müssen, sie von einander zu ziehen, selbst, wenn man den Faden einer Seidenraupe um das eine Glas einigemahl herum windet, sogar noch, wenn man den Faden doppelt nimmt. Mit metallenen völlig ebenen, oder polirten marmornen Platten ist es eben so beschaffen. Zwey unebene Glasplatten hängen für sich gar nicht merklich zusammen, aber sehr stark, wenn man Wasser oder Öl zwischen beide bringt. Je mehr Berührungspuncte da sind, desto stärker ist begreiflich die Anziehung. In der verdünnten Luft unter der Glocke einer Luftpumpe hängen die Glasplatten auch zusammen.

Eine Glasplatte von der Größe eines Quadratzolles, die mit ihrer untern Fläche auf Wasser gelegt wird, in die Höhe zu ziehen, wird ein Gewicht von 50 Gran erfordert; eben so viel für ein hölzernes Brettchen von derselben Größe, wenn es vorher vollkommen mit Wasser durchzogen ist.

Eine horizontale Platte von Glas, Marmor, Messing, sey an einer empfindlichen Wage durch ein Gegengewicht in Ruhe. Nähert man ihr eine Schale mit reinem Queckſilber bis zu dem Abstande von 1 bis $\frac{1}{2}$ Linie, so senkt sich nach wenigen Secunden die Platte herab, und hängt mit dem Queckſilber zusammen *).

156.

*) Nach Hrn. Hermstädts Versuchen in Gilberts Annalen der Physik, Bd. II. S. 66. Die Luftschichte zwischen der Platte und dem Queckſilber mag hierbey mitwirkend seyn.

156. Die Wassertropfen, welche sich auf Blättern und Grase bilden, sind ein Beweis von der gegenseitigen Bemühung der Wassertheilchen, sich einander zu nähern. Die feinen Härchen der Blätter hindern die Berührung mit diesen, und tragen den Tropfen, der eine fast kugelrunde Gestalt annimmt, weil diese Figur wegen ihrer Gleichförmigkeit für das Gleichgewicht der anziehenden Theilchen am bequemsten ist, und alle Theilchen so viel möglich sich einander nahe kommen läßt. Auf polirtem Eisen nehmen Wassertropfen die Gestalt einer Halbkugel an, theils wegen ihres Gewichts, theils weil das Eisen die Theilchen des Tropfens ein wenig anzieht. Auf Elfenbein bildet der Tropfen ein Segment, kleiner als eine Halbkugel, auf hartem polirten Holze ein noch kleineres, auf Glas, welches den Tropfen am stärksten anzieht, einen breitern ganz niedrigen Cylinder. Daher läuft Wasser, welches man aus einem voll gefüllten wenig geneigten Glase langsam ausgießt, zum Theil an der Außenfläche desselben herunter.

Queckſilberkügelchen auf reinem glatten Papiere oder Glase sind sehr beweglich, und vereinigen sich, so bald sie sich zu berühren anfangen, schnell in einen Tropfen. Die anziehende Kraft ihrer Theilchen gegen einander ist größer, als die gegen das Papier oder Glas, welche vielleicht jene sogar abstoßen. Daher läuft Queckſilber beym Ausgießen aus einem gläsernen Gefäße nicht am Rande herunter. Auf Eisen bilden sich von Queckſilber unten plattgedrückte Kügelchen, die sich bey der Neigung der Platte nur langsam bewegen, und sich fast berühren, ehe sie zusammenfließen. Auf andern Metallen zerfließt das Queckſilber, und läuft an Gefäßen von solchen Materien herunter, wie Wasser an gläsernen.

157. Flüssige Körper hängen sich oft an feste, als das Wasser an die Haut unsers Körpers, an Glas und manche andere Körper, nicht an fettige. Queckſilber hingegen macht weder den eingetauchten Finger oder eine Glasröhre naß, aber wohl Gold, Bley und andere Metalle. Das Verhältniß zwiſchen den eigenthümlichen Gewichten des flüſſigen und feſten Körpers hat hierbey keinen Einfluß. Die ſchwere Vitriolſäure hängt ſich an Kork und Papier; Queckſilber an leichtere Metalle. Die verſchiedenen Arten metalliſcher Miſchungen zum Löthen ſind oft ſchwerer als die Metalle, welche damit gelöthet werden.

158. Die Luft hängt ſich an die meiſten feſten Körper, und daher koſtet es nicht wenig Mühe, die Barometerröhren von der ihnen anhängenden Luft ganz zu befreyen.

159. In den Haarröhrchen, engen Glasröhren, ſteigt das Waſſer, worein ſie getaucht werden, beträchtlich über die Oberfläche des äußern, in einer $\frac{1}{3}$ Lin. weiten Röhre 26 Lin. hoch. Die Höhen verhalten ſich umgekehrt wie die Durchmeſſer, und ſind, bey verſchiedenen Flüſſigkeiten, in gleich weiten Röhren ungleich. Salmiakgeiſt ſteigt am höchſten, dann Vitriolſäure und Waſſer, Rüböl, reinſter Weingeiſt; der letztere, obgleich der leichteſte, am niedrigſten. Auch in weitern Röhren ſteigen ſolche Flüſſigkeiten etwas in die Höhe über der Fläche der äußern.

Die Urſache des Aufſteigens iſt die gegenſeitige Anziehung des Glaſes und des Flüſſigen. Es iſt aber nur der über und an der oberſten Schicht des Flüſſigen befindliche Ring der Röhre, welcher eine Säule deſſelben gegen die Schwere hält. Denn die andern Ringe ziehen das über ihnen befindliche Waſſer oder Flüſſige eben ſo ſtark herab, als das unter ihnen lie-

gen-

gende herauf, und vernichten ihre eigene Wirkung. Die Schicht, die ein Glasring umfaßt, kann dieser gegen die Richtung der Schwere nicht halten, nämlich bey lothrechtem Stande der Röhre. Die Anziehung jenes Glasringes und des Flüssigen vermindert die Schwere des letztern, und daher treibt das äußere Flüssige es so lange aufwärts, bis Anziehung und Gewicht sich gleich sind. Ein Theil des Flüssigen kann durch den Zusammenhang seiner Theile mit dem übrigen gehalten werden. — Die anziehenden Kräfte verhalten sich demnach, bey einerley Flüssigkeit, wie die Umfänge des Ringes an und über der obersten Schicht, oder wie die Durchmesser der Röhren. Den Kräften sind die aufgezogenen Massen proportional. Diese verhalten sich wie die Producte aus den Grundflächen in die Höhen (Geom. 197.), oder wie die Producte aus den Quadraten der Durchmesser in die Höhe; also verhalten sich die Durchmesser wie diese Producte, folglich die Producte aus den Durchmessern in die Höhen wie Eins zu Eins, daher die Höhen umgekehrt wie die Durchmesser, der Erfahrung gemäß.

160. Wenn das Flüssige in dem Haarröhrchen niedriger steht, als außen im Gefäße, so zeigt dieses ein Abstoßen des Flüssigen und des Glases an, wodurch jenes in der Röhre einen Druck herabwärts leidet. Nach den gewöhnlichen Beobachtungen ist dieses der Fall mit dem Queckſilber. Wo Röhre und Flüssiges nicht auf einander wirken, muß dieses sich in jener mit dem äußern wasserrecht stellen.

161. Aus der gegebenen Erklärung sieht man, wie Wasser, Wein, Bier, Essig, Weingeist und dünne Öle in einem nicht vollen gläsernen Gefäße eine vertiefte, an dem Umfange aufsteigende Oberfläche bilden. Queckſilber aber nimmt in einem solchen Gefäße

eine am Umfange abgerundete Oberfläche an, so wie auch um eine senkrecht in das Queckſilber eingetauchte gläſerne Röhre ſich eine Vertiefung mit einer Wölbung bildet. In einem zinnernen Gefäße ſteigt das Queckſilber an den Seiten in die Höhe; da in einem Gefäße, deſſen Rand mit Fett beſtrichen iſt, Waſſer eine gewölbte Oberfläche hat, auch wenn der fettige Überzug nur bis an das Waſſer reicht.

In zwey verbundenen ungleich weiten gläſernen, lothrecht gehaltenen Röhren ſteht Waſſer in dem engern Schenkel höher als in dem weitern, Queckſilber in dieſem höher als in jenem.

162. In einem übervollen Gefäße hat Waſſer ſowohl als Queckſilber eine gewölbte Oberfläche, weil der Zuſammenhang der Theilchen den Abfluß durch die Schwere bis zu einer gewiſſen Höhe verhindert.

163. Auf der vertieften Waſſerfläche bewegt ſich eine hohle dünne Glaskugel nach dem nähern Rande mit zunehmender Geſchwindigkeit hin, weil es hier mehr Berührungspuncte giebt, hingegen ſteigt ſie auf der gewölbten gegen den oberſten Theil hin.

164. Auf eine ähnliche Art wie in den Haarröhrchen ſteigt das Waſſer in Löſchpapier, Zucker, geballter Aſche, Sand, oft zu einer beträchtlichen Höhe empor.

165. Queckſilber läßt ſich bey mäßigem Drucke in einem Beutel von Leinwand oder gar von Flor tragen, ohne daß es durchfließt. Durch Leder läßt es ſich mit mäßiger Kraft durchdrücken, dagegen Waſſer nicht leicht durch Leder dringt, nur es naß macht. Es kommt in dieſen Fällen auf die Anziehungskraft des Flüſſigen und des umgebenden Körpers an.

166.

166. Das Zusammenlöthen der Metalle beruht auf der Anziehung des Löthungsmittels zu dem Metalle. Es muß in der Hitze eher schmelzen als das Metall, bey welchem es angewandt wird. Deswegen wird es aus verschiedenen Metallen zusammengesetzt, z. B. Goldschlagloth aus Gold, Silber und Kupfer; Schlagloth zum Silber, Kupfer und Messing aus Silber, Kupfer (oder Messing) und Arsenik. Auch setzt man bey dem Löthen selbst, um die Schnellflüssigkeit zu befördern, häufig Borax zu. — Das Leimen mit Tischlerleim oder Hausenblasen beruht auf der Anziehung ungleichartiger Materien. So auch das Kitten. Eisen wird durch geschmolzenes Bley in Stein befestigt; Glas in Messing durch Lack und Terpenthin; Glas an Glas durch eine Mischung von fein gepülvertem ungelöschten Kalk, Eyweiß und frischem Käse. — Mörtel, eine Mischung von gelöschtem Kalk und von Sand, erhärtet mit den Steinen eines Gebäudes zu einer festen Masse. Das bey dem Löschen des Kalks in demselben fest gewordene Wasser mag dazu viel beytragen.

167. Bey dem Vergolden, Versilbern und Verzinnen wird ein Gold- oder Silber- oder Zinnhäutchen sehr genau mit der Oberfläche eines andern Körpers vereinigt. Das Vergolden des Silbers geschieht durch die Auftragung eines Amalgama (Mischung) von Quecksilber und Gold, von welchen erstes durchs Feuer hernach weggetrieben wird, auch noch auf andere Art. Kupfer wird mit reinem geschmolzenen Zinn dünn überzogen, nachdem die Fläche des Kupfers mit gestoßenem Salmiak bestreut ist. — Die Belegung der hintern Seite eines Glasspiegels geschieht durch eine mit Quecksilber amalgamirte Zinnfolie.

168. Zu den Erscheinungen der Anziehung gehört ferner der Zusammenhang der Theile fester Körper, welcher von sehr mannigfaltiger Stärke und Beschaffenheit ist. Wir finden harte, weiche, dehnbare (zähe, geschmeidige), starre, biegsame, spröde, elastische, feste, zerbrechliche, zerreibliche Körper. Die Ursachen dieses sehr verschiedenen Zusammenhanges sind uns unbekannt. Eine Verschränkung der Theilchen durch ihre Gestalt, eine genauere oder mindere Berührung helfen nichts zur Erklärung. Die Festigkeit richtet sich nicht nach der Dichtigkeit oder eigenthümlichen Schwere der Körper. Die Körper leiden durch Schmelzen, durch Auflösen in Wasser, Ölen und Säuren mancherley Veränderungen ihres Aggregations-Zustandes. Dieselbe Materie kann eine tropfbar flüssige, feste, dampfartige und elastisch-flüssige Form erhalten.

169. Als Beyspiele von der verschiedenen Haltbarkeit der Körper dienen folgende Versuche, welche Musschenbroek mit gegossenen metallenen, viereckigen Stäbchen angestellt hat. Sie waren $\frac{17}{100}$ Rheinl. Zoll an jeder Seite stark, und wurden nach der Länge von den nebengesetzten Gewichten zerrissen *).

Deutsches Eisen	1930 Pf.	Fein Gold	578 Pf.
Fein Silber	1156 —	Engl. Zinn	150 bis 188 —
Schwed. Kupfer	1054 —	Zink	76 bis 83 —
Japan. Kupfer	573 —	Engl. Bley	25 —

Nach

*) Musschenbroek Philos. nat. §. 1130. und 1145. Die daselbst angeführten Versuche weichen von seinen frühern, in der Abh. de cohaerentia corporum firmorum, ab. Mit diesen letztern vergleicht Hr. von Sickingen seine Versuche in der wichtigen Schrift über die Platina S. 120. Die spätern Musschenbroekischen Versuche stimmen mit den Sickingischen besser überein.

Nach des Grafen von Sickingen Versuchen mit metallenen Dräthen, die $\frac{1}{10}$ Lin. dick und 2 Fuß lang waren, fand sich, nach einem Mittel aus mehrern, daß ein solcher Drath von Eisen 39 Pf. 12. L. (ein sehr spröder 60 Pf. 24 L.), von Messing 40 Pf. 30 Loth, von Kupfer 33 Pf. 2 Loth, von Platina 28 Pf. 14 Loth, von Silber 20 Pf. 22 Loth, von Gold 16 Pf. 12 Loth, tragen konnte.

170. Geschmiedete und gehämmerte Metalle sind dichter, fester und geschmeidiger als gegossene, wiewohl zu vieles Hämmern auch nachtheilig werden kann. Jenes Gold, das gegossen nur 578 Pf. trug, konnte zweymahl gegossen und gehämmert bis 982 Pf. tragen. Die Stärke des Silbers ward durchs Hämmern fast doppelt so groß. Ein Stab von gehämmertem Messing, 0,17 Zoll im Viereck, trug 1473 Pf. Messing, wovon ein Drath durchs Ziehen in dem Verhältnisse 4 zu 3 dünner gemacht war, trug dreymahl mehr als vorher. Die Stärke des Bleyes wird drey bis viermahl größer, wenn es einigemahl durch ein rundes Loch gezogen wird, daher es nützlich ist, das Rollenbley, welches an Gebäuden gebraucht wird, zwischen eisernen Walzen zu plätten. Ein geschmiedeter, eiserner Stab, 0,1 Zoll im Viereck, trug 740 Pf., und würde bey der Dicke von 0,17 Zoll bis 2138 Pf. getragen haben. — Tücher werden durchs Walken fast noch einmahl so stark als vorher.

171. Metall wird durch den Zusatz eines andern oft stärker. Kupfer vermehrt die Stärke des Goldes, und zwar am vortheilhaftesten ein Theil des erstern gegen 7 Theile Gold, in dem Verhältnisse von 100 zu 275; ein Theil Kupfer gegen 5 Theile Silber macht dieses stärker in dem Verhältnisse von 100 zu 121. Bley, Zink und noch mehr Wismuth machen das Silber

ber brüchig; Zinn aber macht es stärker, fast so sehr als Kupfer, wenn es $\frac{1}{4}$ des Silbers ist. Gegossenes Kupfer, das nur 638 Pf. trug, zerriß bey einem Zusatze von einem Theile Zinn gegen 5 Theile Kupfer erst von 1160 Pf., daher diese Mischung zum Geschütze dienlich seyn wird. Etwa eben so stark ist eine Mischung von 4 Theilen Kupfer und 3 Theilen Zink. Die Stärke des Zinnes wird am meisten vermehrt durch einen Theil Bley gegen 3 Theile Zinn.

172. Viele Körper zerspringen unter dem Hammer; einige lassen sich beträchtlich dehnen, vorzüglich die sogenannten vollkommenen Metalle, und unter diesen das Gold am meisten, wovon das Blattgold und die mit dem dünnsten Goldhäutchen bedeckten Silberfäden (2.) ein Beweis sind. Aus Silber lassen sich gleichfalls die feinsten Blättchen und dünnsten Dräthe bereiten. Zinn wird auf eine wenig bekannte Art zu sehr feinen Blättern, dem Stanniol, geschlagen. Eisen ist bey seiner großen Festigkeit zugleich so dehnbar, daß man, neuern Versuchen zufolge, ein Pfund ganz reines Eisen zu einem Drathe, eine Schwedische Meile (etwa $\frac{3}{5}$ deutsche Meile) lang, müßte ausdehnen können. Kupfer ist auch sehr dehnbar. Die Platina läßt sich zwischen zwey Plättwalzen beträchtlich strecken.

173. Die Zähigkeit ist eine Art der Dehnbarkeit, vorzüglich bey weichen Körpern. Manche Thonarten sind zähe, werden aber im Feuer hart und undehnbar. Geschmolzenes Glas läßt sich zu den feinsten Fäden ausziehen, die erkaltet sehr biegsam sind. Noch feiner sind die Fäden der Seidenraupe und der Spinnen, besonders der kleinern, die aus einer harzichten, an sich spröden Materie bestehen, aber durch ihre Feinheit so biegsam werden. Jede der Spinnwarzen einer Spinne enthält eine unzählige Menge feiner

ner Ziehlöcher, vielleicht über tausend. Das Federharz ist dehnbar und elastisch; so auch Leder.

174. Die Elasticität oder Federkraft ist eine Eigenschaft mancher Körper, vermöge welcher sie ihre durch eine äußere Ursache veränderte Gestalt aus eigener Kraft wieder herstellen, sich wieder ausdehnen, wenn sie zusammengedrückt worden waren, sich wieder zusammenziehen, wenn sie waren ausgedehnt worden, sobald die äußere Ursache zu wirken aufhört. Auf die erste Art ist eine Uhrfeder oder Schloßfeder wirksam, auf die zweyte Art die Luft, und auch das Wasser, welches sonst für unelastisch gehalten ward, das sich aber durch eine große Gewalt um $\frac{1}{24}$ seines Raums zusammendrücken läßt, und sich nach aufgehobenem Drucke wieder ausdehnt. Auf die dritte Art sind Klavier- und Violinsaiten, Federharz, Leder, elastisch. Bey der Wiederherstellung der Gestalt fester Körper geschieht sowohl ein Wiederausbreiten der zusammengerückten Theile, als ein Zusammentreten der aus einander gerückten. — Elfenbein ist sehr elastisch. Man erkennt dieses theils aus der Mittheilung der Bewegung bey dem Stoße elfenbeinerner Kugeln, welche sehr nahe nach den Gesetzen für elastische Körper (31.) geschieht, theils aus einem Versuche, da man eine elfenbeinerne Kugel auf eine glatte mit Öl dünn bestrichene Marmorplatte fallen läßt. Die Kugel drückt dem Öle einen größern Fleck ein, als wenn sie bloß darauf gelegt wird, desto mehr, je höher sie herabfällt. — Glas ist elastisch. Denn dünne Platten und Fäden von Glas lassen sich biegen und springen wieder zurück. Auch klingt Glas, wozu eine Schwingung der Theile erfordert wird. Noch einen merkwürdigen Beweis davon geben die Glastropfen oder Springgläser. Sie entstehen, wenn man einen

Trop-

Tropfen geschmolzenes Glas in kaltes Wasser fallen läßt, wodurch die äußern Theile plötzlich erkalten und sich zusammenziehen, die innern noch heißen und weichen zusammengedrückt werden. Sobald man diesen gespannten Theilen, durch Abbrechung des Schwanzes, die Freyheit giebt, sich auszudehnen, zerspringt das Glas in unzählige Stückchen. Die Bologneserfläschchen oder Springkölbchen zeigen eine ähnliche Erscheinung. Sie haben einen dicken Boden und können wie die Glastropfen einen harten Schlag an demselben ertragen; läßt man aber ein spitziges Feuersteinchen hinein fallen, so zerspringen sie. Sie werden, wenn sie geblasen sind, nicht in dem Kühlofen allmählig, sondern nahe dabey etwas schnell, abgekühlt.

Jeder Körper hat seinen Aggregationszustand, den er zu erhalten strebt; daher kann man alle Körper als elastisch ansehen, nur daß sie es in sehr verschiedenen Graden sind. Jede einfache Materie mag einen ihr angemessenen Aggregationszustand haben, in welchen sie sich bey aufgehobener Verbindung mit andern Materien versetzt, zuweilen mit gewaltiger, plötzlicher Ausbreitung.

175. Die Krystallisation der Salze, der Edelgesteine und mancher andern Körper ist ein Aggregationszustand, der nicht bloß von chemischen Kräften, sondern auch von der geometrischen Form der kleinsten Bestandtheile abhängt. Ein Krystall heißt überhaupt ein jeder durch eine bestimmte Art der Zusammenfügung seiner Theile regelmäßig gebildeter fester Körper, wie sonst bloß der natürliche Krystall oder Bergkrystall hieß, ein harter durchsichtiger Stein aus der Familie der Kieselarten, mit sechs Seitenflächen und einer sechsseitigen Spitze, an dem einen Ende

oder

oder an beiden. Die Regelmäßigkeit der eigenthümlichen Bildung wird oft durch die Nebenwirkungen fremdartiger Stoffe vermindert, besonders durch schnelles, unordentliches Zusammenstoßen der Theile. Die kleinsten Bestandtheile der krystallisirten Körper können von einer andern Gestalt seyn, als die daraus gebildeten Körper, so wie man z. B. aus Würfeln einen pyramidenartigen oder prismatischen Körper zusammensetzen kann.

176. Die Salze lassen die Erscheinungen der Krystallisation am deutlichsten bemerken. Sie nehmen, wenn das Wasser, worin sie aufgelöset waren, durch Abdampfung genugsam vermindert, oder vom Sieden zum Erkalten gebracht ist, jedes seine bestimmte Gestalt an. Das Kochsalz zeigt sich in würflichten Krystallen, wenn es langsam anschießt; bey schneller Anschießung pflegen sich die kleinern Würfel zu einer hohlen vierseitigen Pyramide zu verbinden; der gemeine Salpeter schießt in langen sechsseitigen zugespitzten Krystallen an; der Alaun krystallisirt sich achtkantig, als eine doppelte vierseitige Pyramide; Eisenvitriol in schiefwinklichten Würfeln; Kupfervitriol in breiten sechsseitigen Säulchen, die an den Enden schief abgestutzt sind, so daß zwölf Flächen entstehen; Zinkvitriol in ungleich vierseitigen zugespitzten Säulchen. — Bey der Verminderung des Wassers kommen die aufgelöseten Salztheilchen näher zusammen und verbinden sich mit einander. Die Krystalle nehmen aber etwas Wasser mit in sich auf, einige beträchtlich viel (Alaun, Glauberisches Salz, Eisenvitriol etwa die Hälfte ihres Gewichts), andere, als Salpeter und Kochsalz, sehr wenig. Dieses festgewordene Wasser, das Krystallisationswasser, kann ihnen durch Erhitzung genommen werden, und mehrern entzieht es schon die Berührung mit der Luft; alsdann

ver-

verlieren sie ihre Gestalt oder wenigstens ihre Festigkeit und Durchsichtigkeit, ohne doch ihre Beschaffenheit wesentlich zu ändern.

177. Das Gefrieren des Wassers ist eine Kryſtallisation. Langsam und ruhig gefrierendes Wasser pflegt zuerst auf der Oberfläche Eisnadeln zu bilden, die sich unter Winkeln von 60 und 120 Grad an einander legen. An gefrornen Fensterscheiben, wo das Eis in dünnen Blättern entsteht, und am Schnee ist die Kryſtallisation sehr deutlich.

178. Die Edelgesteine haben zum Theil ihre bestimmten Bildungen und sind gewöhnlich eckig. Der rohe Diamant hat die Gestalt einer doppelten vierseitigen oder dreyseitigen Pyramide; der Rubin ist achteckig; der Topas ist mehrentheils sechseckig; die Granaten nähern sich in ihrer Bildung oft den regelmäßigen geometrischen Körpern von acht, zwölf, zwanzig Seiten. Die Bergkryſtalle haben eine sehr deutliche schon beschriebene eigenthümliche Bildung. Die Kalkspate zeigen sich bald als verschobene vierseitige Prismen, als Pyramiden, Würfel, Nadeln, so wie überhaupt manche Mineralien, die man durch den Zusatz, Spat, (Gypsspat, Schwerspat, Bleyspat) von andern ihres Geschlechts auszeichnet, ein blättriges Gefüge und eine spiegelförmige Fläche haben. Der Amianth oder Asbest ist aus zarten, meist gleichlaufenden Fasern zusammengesetzt; andre Steine dieser Gattung zeigen krumme, wellenförmige oder verworrene Fasern. Die Kiese (gewisse Verbindungen eines metallischen Stoffes mit Schwefel und Arsenik) sind fast immer regelmäßig gebildet, aber auf sehr verschiedene Arten. Einige Metalle sogar, als Gold, Silber, Kupfer, findet man zuweilen ästig und regelmäßig von der Natur geformet. Die Metalle, wenn

sie

sie nach der Schmelzung fest werden, nehmen eine regelmäßige Gestalt, wie Krystalle an, wofern sie langsam genug erkalten. Einige, wenn sie aus den Auflösungen in Säuren durch reguliniſche Metalle niedergeschlagen werden, bilden krystalliniſche Figuren, die so genannten metalliſchen Vegetationen. — Geſchmolzener Schwefel krystalliſirt sich bey ruhiger Erkaltung leicht zu zarten Nadeln. Der natürliche hat gewöhnlich eine oktaedriſche Form.

Die magnetiſche Kraft.

179. Unter allen Anziehungskräften iſt die magnetiſche die merkwürdigſte wegen ihrer Stärke, wegen der Ausdehnung des Raums, in welchem sie sich wirksam zeigt, wegen ihrer Verknüpfung mit einer einzigen Gattung von Körpern, und wegen der besondern Art, wie sie erweckt oder mitgetheilt, und auch wieder vernichtet wird.

180. Der natürliche **Magnet** iſt ein Eiſenerz, das die Eigenschaft hat, andere Magnete oder Eiſen, oft in einem beträchtlichen Abſtande, an sich zu ziehen, oder unter gewiſſen Umſtänden von sich zu ſtoßen, ſelbſt wenn andere Körper dazwiſchen liegen. Dieſe Kraft äußert sich am ſtärkſten gewöhnlich nur an zwey einander gegenüber liegenden Stellen, den magnetiſchen **Polen**, die man leicht findet, wenn man den Magnet mit Eiſenfeilſpänen beſtreut, weil dieſe sich an den Polen dick anhängen. Oder man führt ein kleines Stückchen feinen Eiſendrath auf dem Magnete herum, ſo wird dieſes sich über den Polen ſenkrecht auf den Magnet ſtellen, an andern Puncten sich neigen oder flach auflegen. In einer Lage, worin der Magnet sich frey drehen kann, richtet sich der eine Pol, der Nordpol, nach der nördlichen Gegend des Himmels, der andere, der Südpol, nach der ſüdlichen.

181. Der Nordpol eines Magnets zieht nur den Südpol eines andern an sich, und stößt den Nordpol desselben zurück, so wie sein Südpol den Nordpol des andern anzieht, und den Südpol desselben zurückstößt. Daher nennt man die ungleichnamigen Pole die freundschaftlichen. Die Pole bleiben gewöhnlich auf derselben Stelle; doch können sie durch Berührung mit andern Magneten verändert, durch starke künstliche Magnete sogar verwechselt und vervielfältigt werden. Die Pole einer Magnetnadel kann eine elektrische Entladung oder der Blitz verwechseln.

182. Schließt man einen Magnet an seinen glatt geschliffenen Polen zwischen zwey fest anliegenden dünnen Platten von weichem Eisen ein, die sich unten in einen einwärts gehenden dicken Fuß endigen, und legt an diese Füße einen eisernen Stab mit einem Ringe oder Haken, ein Gewicht daran zu hängen, so wird durch diese Einfassung oder Armatur die Stärke des Magnets sehr vermehrt. Z. E. Nollet erzählt, daß ein Magnet, der für sich kaum ein halbes Pfund getragen, durch die Armatur 27½ Pf. habe tragen können. Kleine Magnete pflegen im Verhältniß der Größe mehr zu tragen, als große Magnete. Die anziehende Kraft eines Magnets wird bis zu einer gewissen Gränze verstärkt, wenn man ihm stufenweise mehr zu tragen giebt.

183. Ein Magnet theilt seine Eigenschaft dem Eisen mit, einer Nadel schon durch eine kurze Berührung, ohne, wenigstens nicht merklich, geschwächt zu werden. Einen eisernen oder stählernen Stab magnetisch zu machen, streicht man mit dem einen Pole eines Magnets, z. E. dem Nordpole, von der Mitte des Stabes mehrmahls nach dem einen Ende hin, ohne zurückzufahren, so wird dieses Ende der Südpol des

Sta-

Stabes; das andere Ende wird durch dieselbe Behandlung mit dem Südpole des Magnets der Nordpol. Dieses nennt man den einfachen Strich. Oder man fährt mit den beiden Füßen eines armirten Magnets auf dem Stabe hin und her, doch mit der Bedingung, daß der Magnet zu Anfange in der Mitte des Stabes aufgesetzt, und nach geendigter Arbeit daselbst auch wieder abgehoben werde. Dieses ist der Doppelstrich. — Gehärteter Stahl nimmt die magnetische Kraft nicht so leicht an, als weicher, behält sie aber länger.

184. Ein magnetisches Eisen theilt dem andern seine Kraft mit. Man lege die zu streichenden Stäbe AB, CD (Fig. 33.) parallel neben einander, die beiden Stücke weichen Eisens, E und F, quer vor ihnen, stelle auf den einen zwey magnetische Stäbe GH, IK, den einen IK mit dem Nordpole nach oben, den andern GH mit eben dem Pole nach unten, lasse sie oben sich berühren, unten ein wenig von einander stehen, und verfahre mit beiden Stäben AB und CD wie bey dem Doppelstriche, so werden die Enden A und D der Nordpol, die Enden B und C der Südpol jenes Stabes. Nimmt man zwey Paar magnetischer Stäbe, je zwey mit den gleichnamigen Polen neben einander, und stellt dieselben wie vorher die einzelnen, so wird die mitgetheilte Kraft noch stärker, und man kann schon mit drey Paaren, wenn man zwey derselben abwechselnd gebraucht, das dritte damit zu streichen, ihnen eine beträchtliche Kraft geben. Auch kann man drey Stäbe zu einem Stabe verbinden. Streicht man hierauf ein Paar dieser Stäbe, die wie vorher durch zwey Stücke Eisen verbunden sind, mit zwey Stäben, wie es (Fig. 34.) an dem einen AB abbildet, indem man mit dem einen Pole eines jeden von der Mitte des Stabes nach dem ungleichnamigen Pole

desselben hinfährt, so wird die Kraft noch mehr verstärkt. Die mit einem Striche bemerkten Enden sind der Nordpol jedes Stabes.

185. Ein stählerner Stab wird für sich, ohne die Hülfe eines natürlichen oder künstlichen Magnets, magnetisch, wiewohl nur schwach, wenn man denselben an eine senkrechte eiserne Stange mit einem Faden befestigt, und ihn mit einer andern Stange von unten nach oben mehrmals streicht. Das untere Ende wird der Nordpol. Oder man halte eine eiserne Stange lothrecht und fahre mit einem eisernen Hammer leicht klopfend von einem Ende zum andern, so wird sie etwas magnetisch, und das untere Ende erhält die nordliche Polarkraft, das obere die südliche.

Eine eiserne Stange wird etwas magnetisch, wenn sie nur in lothrechter Stellung eine Zeitlang gehalten wird. Das untere Ende wird ihr Nordpol. Dieser Magnetismus ist aber nicht von Dauer. Eisen, welches lange Zeit an einem hohen Orte frey ausgesetzt gewesen ist, ohne rostig zu werden, besonders Kreuze auf Thürmen, erhält magnetische Kraft.

186. Sehr merkwürdig ist, daß in einer gewissen Lage Eisen durch bloßes Streichen eine starke magnetische Kraft erhalten kann. Man gebe einem Brette dieselbe Lage, welche eine Magnetnadel in Absicht auf Abweichung und Neigung (189. 190.) anzunehmen sucht, das ist, man neige es in unsern Gegenden unter einem Winkel von etwa 72 Grad gegen den Horizont auf der Nordseite, und lasse es 17 oder 18 Grad von Norden nach Westen abweichen. Auf dieses Brett lege man zwey eiserne vierkantige Stangen nach der Länge hinter einander, mit einem kleinen Zwischenraume, den man mit einem Stückchen Holz und zwey über die Stangen ein wenig hervorragenden Stücken

Eisen-

Eisenblech ausfüllt. Darauf fahre man mit dem Stahle, der magnetisch gemacht werden soll, nach der Richtung der Stangen über die Bleche langsam hin und her. Die magnetische Kraft, welche der Stahl bekommt, ist so stark als die von einem sehr guten Magnet zu erhaltende, wenn die Stangen 10 Fuß Länge haben. — Dieses ist die Methode von Antheaulme; die in (184.) beschriebene, nicht so vortheilhafte, ist von Canton.

187. Ein starker künstlicher Magnet wird aus mehrern magnetischen Stäben zusammengesetzt, die man horizontal über einander, die gleichnamigen Pole an derselben Seite, zusammenlegt, und wie einen natürlichen Magnet armirt. Oder man stellt sie auch senkrecht, die eine Hälfte mit dem Nordpol, die andere mit dem Südpol oben, und legt zwischen jene und diese ein Stückchen Holz. Zusammen werden sie oben und unten mit weichem Eisen eingefaßt, und mit einem Anker versehen. Auch giebt man dem künstlichen Magnet eine Gestalt fast wie ein Hufeisen, und bringt an den Enden einen Anker an. Die Hufeisen werden wie ein gerader Stab magnetisirt.

188. Die Magnetnadeln, eines der nützlichsten Werkzeuge, müssen von dem besten Stahle gemacht werden, und die möglichste magnetische Kraft, durch den Doppelstrich, oder auf eine noch bessere Weise erhalten. Sie sind von zweyerley Art, die Abweichungs- und die Neigungsnadel. Die erstere bewegt sich horizontal über einer stählernen Spitze vermittelst eines messingenen Hutes oder kegelförmigen hohlen Aufsatzes über der durchgebohrten Mitte, mit einem vertieften Deckel von Achat. Sie wird zum Gebrauche in einer runden Büchse, die mit einem in Grade eingetheilten Kreise versehen ist, eingeschlossen.

189. Die Nadel richtet sich mit dem einen Ende immer nach der nördlichen Gegend des Himmels, aber selten gerade nach Norden, sondern weicht mehr oder weniger Grade auf einer oder der andern Seite ab. Der Winkel ihrer Richtung mit der Mittagslinie heißt ihre **Abweichung**. Diese ist weder an allen Orten, noch an demselben Orte zu verschiedenen Zeiten einerley, selbst während 24 Stunden nimmt sie ab und zu. Das Nordlicht bringt zuweilen eine starke Veränderung derselben hervor. Man hat Magnetcharten, worauf die Abweichungen über die ganze Erde gezeichnet sind, die aber nur eine Zeitlang gültig seyn können. Die Magnetnadel weicht in hiesigen Gegenden fast 18 Grad von Norden nach Westen ab.

190. Die **Neigungsnadeln** werden mittelst zweyer feinen Zapfen, die mit dem Schwerpuncte in gerader Linie liegen, in einer verticalen Ebene beweglich gemacht. Eine solche Nadel, die unmagnetisch im Gleichgewichte schwebte, wird durch das Streichen an dem Theile, wo der Nordpol befindlich ist, schwerer, und senkt sich, in unsern Gegenden, unter einem Winkel von etwa 72 Grad, unter die Horizontallinie, wenn sie sich in der lothrechten Ebene durch die Linie der Abweichung, das ist, in dem magnetischen Meridiane, befindet. Dieser Winkel ist so wie die Abweichung veränderlich und ungleich. Ein Werkzeug, die Neigung zu messen, nennt man ein **Inclinatorium**.

191. Die magnetische Kraft wirkt durch andere Körper hindurch. Darauf beruhen manche belustigende und Erstaunen erregende Kunststücke. Durch mehrere hinter einander gelegte eiserne Stäbe kann ein Magnet auf eine Magnetnadel in einer beträchtlichen Entfernung wirken; aber ein eisernes Linial, wie eine Wand zwischen

schen beide gehalten, vermindert die Wirkung gar sehr. Die Kraft vertheilt sich zu weit längs dem Liniale.

192. Eine elektrische Entladung giebt einer Nadel oder einem Stabe, die in dem magnetischen Meridiane liegen, magnetische Kraft, und macht das nördliche Ende zum Nordpol. Liegt die Nadel in dem magnetischen Äquator (von Ost nach West beynahe), so erweckt die Elektricität keine magnetische Kraft. — Der Blitz hat auch bisweilen einen Magnetismus hervorgebracht. Die Elektricität wirkt hier vielleicht bloß als eine erschütternde Kraft.

193. Durch Ausglühen verliert sowohl der künstliche als natürliche Magnet seine Kraft; desgleichen durch Streichen mit dem andern Pole und in einer andern Richtung, als durch welche die Kraft erregt war; ferner durch Schlagen mit Stein auf Stein, und durch mehrmahliges Fallen, bisweilen durch Blitze und starke elektrische Schläge. Die Kraft wird durch Rost vermindert, und durch Unthätigkeit geschwächt.

194. Der Magnet wirkt nicht bloß auf metallisches, sondern auch auf verkalktes, vererztes, und in Säuren aufgelöstes Eisen, aber schwächer. Daß eisenhaltige Körper von dem Magnete gezogen werden, ist zu erwarten, daher man auch darauf sonst eine Probe des Eisengehalts gründete. Allein auch auf eisenfreie Körper äußert der Magnet einige Wirkung. Reines Nickel-, Kobalt- und Braunsteinmetall sind anziehbar. Das erste ist es sogar gegen jedes Eisen und gegen sich selbst, und aus Kobalt sind Nadeln, wie die magnetischen, gemacht. Braunsteinmetall, so wie auch Kobalt, werden nur zerkleinert von dem Magnet angezogen. Baumrinde, Holz, Haare, Federn, Fischgräten, Quarz, Bernstein wirken auf die Magnetnadel, ja vielleicht alle Körper, wenn nicht bey Versuchen,

wo sie sehr klein genommen werden mußten, die allgemeine Anziehung mit im Spiele war. Merkwürdig ist eine Gebirgskuppe von Serpentin im Bayreuthischen, welche stellenweise stark auf die Magnetnadel wirkt, hin und wieder noch in einer Entfernung von 22 Fuß. Es ist nirgends etwas glänzend-metallisches eingemischt. — Die magnetische Kraft bleibt dem Magnet und dem magnetisirten Eisen eigenthümlich, da immer der Magnet der eine wirkende Theil ist, eine Beobachtung am Nickel ausgenommen. Auch hat nur der Magnet die Eigenschaft, sich in freier Lage nach einer gewissen Weltgegend zu wenden, bis dahin, daß sie vom Kobalt auf unzweydeutige Art wiederholt dargethan wird.

195. In dem Innern der Erde mag eine große Menge Eisen in verschiedenem und veränderlichem Zustande verstreut liegen. Von diesen Massen wird der natürliche und künstliche Magnet angezogen, wie die Magnetnadel von dem gedachten Serpentinberge. Daher entsteht Abweichung und Neigung der Magnetnadeln, und die Veränderlichkeit ihrer Lage. Man pflegt die Erde als einen großen Magnet sich vorzustellen, allein dann scheint jedes Eisen freyschwebend eine gewisse Lage annehmen zu müssen. Durch jene Hypothese wird freylich die Anziehung des Magnets und des Eisens gegen einander nicht erklärt, aber doch die bestimmte Lage eines frey beweglichen Magnets und einer solchen Magnetnadel begreiflich gemacht.

196. Die magnetische Kraft ist die räthselhafteste unter allen. Keine Erklärung derselben mag andern als ihren Urhebern Genüge leisten. Es sind noch einige Erscheinungen übrig, die ein ganz schwaches Licht zeigen, wenigstens eine Analogie mit der Elektricität bemerken lassen. Wenn man das Ende A eines unmag-

magnetischen Stabes in den Wirkungskreis des einen Pols eines Magneten (man nehme den Nordpol) bringt, so empfängt der Stab an dem Ende A die magnetische Kraft, welche dem andern Pole (dem Südpole) zugehört, und das andere Ende B erhält die magnetische Kraft, welche dem erstern Pole zukommt, wie man durch Annäherung einer bestrichenen Magnetnadel wahrnehmen kann. Wird der Magnet, der den Stab nicht berührt hat, wieder entfernt, so stellt sich alles wieder her. Es scheinen also in dem unmagnetischen Eisen zwey magnetische Kräfte, A, B, zu seyn, die durch eine Art von Mischung oder Bindung unwirksam sind. Durch den Magnet wird die Bindung gehoben und eine Vertheilung bewirkt. In einem magnetisirten Eisen sind die Kräfte A und B beständig vertheilt. Zwey magnetisirte Eisen, mit den gleichnamigen Polen sich genähert, vermindern demnach die Vertheilung der Kräfte A, B; mit den ungleichnamigen sich genähert, verstärken sie dieselbe.

Von dieser und einigen andern hierher gehörigen Erscheinungen sind Lichtenbergs sinnreiche Gedanken in seinen neuesten Ausgaben der Erxlebenschen Naturlehre, und Gehlers physikalisches Wörterbuch, Art. Magnet, nachzusehen.

Vierter Abschnitt.

Von den gegenseitigen Wirkungen der Körper auf einander, bey der Verbindung und Trennung ihrer Theile.

197. Wenn die kleinsten Theile zweyer ungleichartigen Körper zur Verbindung mit einander gebracht werden, so zeigen sich merkwürdige Erscheinungen, die man wohl nicht bloß als Wirkungen anziehender oder abstoßender Kräfte anzusehen hat, sondern vielmehr als Erfolge, die in dem allgemeinen Vermögen körperlicher Substanzen, sich gegenseitig auf mancherley Art umzubilden, und neue Producte mit veränderten Bestandtheilen hervorzubringen, gegründet sind. (Zu vergl. 4.)

198. Die ungleichartigen Körper, welche zu einer innigen Vereinigung gebracht werden, sind entweder beide auf einerley Art flüssig, oder beide sind fest, oder der eine ist ein flüssiger und der andere ein fester Körper, oder der eine ist tropfbar-flüssig, der andere elastisch-flüssig. Alle Arten einer innigen Verbindung kann man unter dem Namen, Auflösung, begreifen. In dem ersten Falle kann man sie auch eine Mischung nennen, wiewohl diese von einer andern Art ist, als ein Zusammengießen zweyer gleichartigen Materien, oder eine Vermengung zweyer sich widerstrebenden, als Wassers und Öls, oder Wassers und eines erdigen Stoffes. In dem zweyten Falle müssen beide feste Körper, oder wenigstens einer flüssig gemacht werden, z. B. beide durchs Feuer, da die Vereini-

einigung Zusammenschmelzen heißt. In dem dritten Falle heißt die Vereinigung insbesondere eine Auflösung. Wenn der feste Körper aus ungleichartigen, aber innig verbundenen Stoffen besteht, so werden diese entweder nicht getrennt, wie bey der Auflösung der Mittelsalze in Wasser, und der feste Körper verändert bloß seine Form; oder sie werden geschieden, wie bey mancher Auflösung eines Mittelsalzes in Säuren. In dem vierten Falle verändert der tropfbarflüssige Körper auch seine Form und wird elastischflüssig, mit oder ohne Zerlegung seiner Bestandtheile, oder er bleibt in einem gewissen mittlern Zustande, als Dampf oder Dunst.

Die folgenden Beyspiele mögen zur Übersicht der Körper und zur Vorbereitung auf die Zerlegung derselben dienen.

199. Bey der Vermischung des Wassers mit Weingeist entsteht Wärme, und beide ziehen sich in einen engern Raum zusammen, als sie vorher einnahmen, um $\frac{1}{34}$, wenn von beiden gleichviel genommen wird, bey andern Verhältnissen weniger, am wenigsten bey 2 Theilen Wasser gegen 1 Theil Weingeist. Es ist hier also nicht bloß eine örtliche Vermischung, sondern eine gewisse gegenseitige Wirkung, bey welcher noch ein dritter Stoff, den wir vorläufig den Wärmestoff nennen wollen, entbunden wird.

200. Wasser und fettes Öl lassen sich, wie bekannt, nicht vermischen; verbindet man aber das Öl mit einem feuerbeständigen Laugensalze, desgleichen die Pottasche ist, zu einer Seife, so ist es mit Wasser mischbar. Einen Körper, der die Verbindung zweyer unvereinbaren Materien bewirkt, nennt man das Aneignungsmittel. — Destillirte oder riechende Öle sind im Wasser auflöslich.

201.

201. Wasser und Luft vereinigen sich leicht mit einander. Luftreines Wasser nimmt im Freyen bald wieder die vorige Luft in sich auf. Einige künstliche Luftarten verbinden sich äußerst schnell mit dem Wasser. Die Luft des Dunstkreises löset ihrer Seits auch das Wasser bey der Verdünstung desselben auf, auf eine oder die andere der in (196.) angezeigten Arten.

202. Bey der Vermischung des Wassers mit Vitriolsäure *) entsteht eine heftige Hitze, ein Aufwallen mit Dämpfen, und ein Gezisch, als eines glühenden Eisens in Wasser. Auch mit sehr concentrirter Salpetersäure erhitzt sich Wasser. Die Mischung wird schön grün oder auch blau, und stößt röthlichgelbe Dämpfe aus.

203. Fette Öle werden durch Essig verdickt. Alle Öle werden von einer starken Vitriolsäure mit lebhaftem Aufwallen und Erhitzen angegriffen; ein schwefelichter, erstickender, luftförmiger Dampf steigt empor; das Öl wird schwarz und dicklich, wie ein Harz. Verdünnte Vitriolsäure äußert fast keine Wirkung auf Öle. Von verdünnter Salpetersäure werden die Öle verdickt, von starker in eine Art von Harz verwandelt, mit Dampf, Aufwallung und Erhitzung, die bis zur Entzündung steigen kann, besonders wenn man vorher Vitriolsäure dem Öle zusetzt. Ein Gemisch von Vitriolsäure und rauchender Salpetersäure zu Terpenthinöl gegossen, entzündet sich mit einer hellen Flamme. Die schwerern destillirten Öle, z. B. Nelkenöl, und die

*) Die in diesem Abschnitte vorkommenden weniger bekannten Materiale werden in dem folgenden erklärt werden. Hier werden sie bloß wie andere bekannte Materiale, Wasser, Luft, Oel, Essig, aufgeführt, deren Beschaffenheit auch näher untersucht werden wird. Darum sind hier auch die alten bekannten Namen noch beybehalten.

die trocknenden milden Öle werden auch für sich von recht starker Salpetersäure angezündet.

204. Weingeist löset die destillirten Öle auf, aber nicht die fettigen. Auch für die Harze ist derselbe das eigentliche Auflösungsmittel, als welche ein Öl enthalten, das den destillirten Ölen ziemlich ähnlich ist. Auf dieser Eigenschaft beruhen die Lackfirnisse, oder die Auflösungen von Harzen in höchst rectificirtem Weingeiste. Der Weingeist verdunstet, und das Harz bleibt als ein durchsichtiger Überzug zurück. Die merkwürdigen Verbindungen des Weingeistes mit Säuren werden in dem folgenden Abschnitte vorkommen.

205. Die meisten Metalle lassen sich zusammenschmelzen, einige sehr leicht, z. B. Gold mit Silber, mit Kupfer, mit Eisen, mit Spießglanzmetall; Silber mit Bley, mit Kupfer, mit Eisen, mit Zinn; Bley mit Zinn; Zinn mit Silber und besonders mit Kupfer; Kupfer mit Zink. Einige sind schwer zusammenzuschmelzen, als Platina und Gold oder Silber, Eisen und Kupfer; oder gar nicht, als Zink und Wismuth, vielleicht auch Zink und Bley. — Bley mit Eisen zu versetzen, muß eine sehr überwiegende Menge von Bleykalke zu Eisenkalke genommen werden. Die metallischen Mischungen werden zum Theil dichter, zum Theil lockerer, als sie es nach der Regel (111.) seyn müßten. Z. B. ein Gemisch von Gold und Silber, von Silber und Kupfer, von Kupfer und Zinn wird dichter; hingegen ein Gemisch von Gold und Kupfer, von Zinn und Bley lockerer. — Ein Metall wird durch den Zusatz eines andern oft spröde, verändert auch seine Farbe. Gold wird durch Kupfer härter, leichtflüssiger und röthlich; durch Spießglanz oder durch Wismuth spröder und bleich. Silber mit Eisen versetzt läßt sich zu dünnen Blechen schlagen und wird elasti-

elastischer. Zinn wird durch Bley leichtflüssiger, ohne spröder und härter zu werden; durch etwas Wismuth wird es härter und klingender. Kupfer wird durch Zinn schmelzbarer, elastischer und klingender, erhält auch die gute Eigenschaft, an der Luft nicht zu rosten. Eine gewisse Mischung von Wismuth, Bley und Zinn wird so leichtflüssig, daß sie schon in siedendem Wasser schmilzt. Die Schnelllothe der Zinngießer und Orgelbauer sind ein Gemisch aus diesen Metallen.

206. Der Schwefel verbindet sich im Flusse mit allen Metallen, nur nicht mit Gold, Platina und Zink. Er benimmt ihnen ihre Geschmeidigkeit, wenn er ihnen auch noch den metallischen Glanz lässet. Die Natur liefert sehr häufig die Metalle mit Schwefel vererzt. Schwerflüssige Metalle (Eisen, Kupfer) macht der Schwefel leichtflüssig; hingegen leichtflüssige (Zinn, Bley) macht er strengflüssig. Gold wird aber von einer Mischung aus Schwefel und feuerbeständigem Laugensalze (Schwefelleber) sehr vollkommen durchs Schmelzen aufgelöset, so daß hier das Laugensalz ein Aneignungsmittel ist, obgleich beide für sich allein auf das Gold nicht wirken können. Die Mischung läßt sich im Wasser auflösen, ohne daß das Gold sich abschiede, so viel schwerer es auch für sich ist. Es geht mit dem Wasser durch das Seihepapier durch.

207. Glas wird durch gegenseitige Auflösung eines Laugensalzes und doppelt oder anderthalbmahl soviel Kieselerde beym Schmelzen bereitet. Wenn von Pottasche 4 Theile mit einem Theile reiner kieselartiger Steine geschmolzen werden, so erhält man eine durchsichtige, scharf schmeckende, im Wasser auflösliche, an der Luft zerfließbare Masse, die sogenannte Kieselfeuchtigkeit.

208. Die Vereinigung zweyer Körper durch Hülfe des Feuers nennt man eine Auflösung auf dem trocknen Wege, im Gegensatze gegen die Auflösung eines festen Körpers in einem flüssigen Mittel, welche man die auf dem nassen Wege nennt.

209. Wasser ist ein Auflösungsmittel für alle Salze, Gummi, Seifen, gebrannte Kalkerde und mehrere Körper. Aus Pflanzentheilen zieht es, kalt oder erhitzt, den gummichten Stoff heraus. Insbesondere verbindet es sich genau mit den Salzen, deren Auflöslichkeit im Wasser aber sehr unterschieden ist. Von den mehresten löset Wasser in der Siedhitze mehr auf als bey einer mittlern Temperatur; andere löset siedendes Wasser nur schneller, aber nicht in viel größerer Menge auf. Z. B. ein Theil Kochsalz erfordert bey mittlerer Temperatur $2\frac{1}{17}$ Theile Wasser, dem Gewichte nach, in der Siedhitze $2\frac{1}{17}$; Salpeter bey jener 7 Theile Wasser, bey dieser etwa nur einen. Daher läßt sich Kochsalz aus seiner Auflösung nur durch die Verminderung des Wassers vermittelst der Abdampfung krystallisiren, Salpeter aber durchs Abkühlen. Der rohe Weinstein erfordert bey 50 Grad Fahrenh. 120 Theile Wasser, in siedendem Wasser nur 28 Theile; Weinsteinrahm (Cremor Tartari) bey jener Temperatur 160, bey dieser 28 Theile.

210. Wenn Wasser von einer Gattung Salz so viel aufgelöset hat, als möglich ist, so heißt es, wie im ähnlichen Falle jedes andere Auflösungsmittel, gesättigt. Doch kann es darum noch von Salzen anderer Art etwas auflösen. Z. B. Wenn in 8 Unzen Wasser $3\frac{1}{8}$ Unzen Kochsalz aufgelöset sind, so kann man noch 3 Drachmen (Quentchen) Salpeter und 5 Drachmen feuerbeständiges Alkali darin auflösen. So auch mit andern Salzen. Es folgt daraus, daß es

keine

keine Zwischenräumchen im Wasser giebt, worin sich die Salztheilchen verkröchen.

211. Inzwischen kann eine Salzauflösung eine andere Dichtigkeit erhalten, als sie nach Maaßgabe der Dichtigkeiten oder eigenthümlichen Gewichte des Wassers und des Salzes in dem Zustande der bloßen Mischung oder Vertheilung haben sollte, wie dies bey Metallmischungen der Fall ist. Auch ist es eine alte Bemerkung, daß eine Kanne salzigen Wassers und eine Kanne süßen zusammen weniger als zwey Kannen anfüllen. Aus Lamberts Versuchen über das Gewicht verschiedener Kochsalzauflösungen in einem und demselben Raume*) folgt dieses noch bestimmter. Hr. Achard schließt aber aus seinen Versuchen, daß nur Salmiak und Weinsteinsalz sich mit dem Wasser etwas zusammenziehen **). Am sichersten und bequemsten möchte es seyn, daß man eine fast gesättigte Salzauflösung nach und nach verdünnte, und aus dem specifischen Gewichte derselben und des Wassers, nebst dem absoluten beider, das specifische Gewicht des Salzes herleitete, so fern es sich bloß vertheilt. Ist dieses nicht der Fall, so werden die Werthe für das specifische Gewicht des Salzes verschieden ausfallen. Die Formel für dasselbe in der Hypothese der bloßen Vertheilung läßt sich aus der in (111.) gegebenen herleiten. Hier ist A das unbekannte, und man hat das Verhältniß, A : A — B, zu suchen.

212. Öle lösen Harz, gerösteten Bernstein, Kampher und andere brennbare Körper auf, den Schwefel durch Hülfe der Wärme. Die Auflösungen des letztern, Schwefelbalsame, haben einen sehr stinken-

den

*) Mem. de l'Acad. de Berlin, 1762.

**) Ebendas. 1785.

den Geruch und einen scharfen, unangenehmen Geschmack.

213. Der Weingeist löset auch Harze, natürliche Balsame und Kampher auf, von Bernstein nur gewisse Theile, den Schwefel gar nicht. Die verschiedenen Arten von Seifen (Verbindungen von Ölen oder thierischem Fette mit einem Alkali) nimmt der Weingeist leicht in sich auf, worauf die Verfertigung des Seifenspiritus sich gründet.

214. Die Säuren sind die eigentlichen Auflösungsmittel für die Metalle. Hierbey kommen aber so vielerley Erscheinungen vor, daß hier nur eine vorläufige Übersicht gegeben werden kann. Erstlich greift nicht jede Säure jedes Metall an, außer der Säure des Kochsalzes, wenn sie ganz vollkommen ist. Zweytens geschieht die Auflösung immer mit Aufbrausen und mit Erhitzung, stärker oder schwächer, und es entwickelt sich dabey ein luftförmiger Stoff von dieser oder jener Art, den man in einer dazu schicklichen Vorrichtung auffangen kann. Die Metalle werden durch die Auflösung verändert, da sie, wenn sie durch ein Laugensalz aus der Auflösung geschieden werden, sich als eine lockere, erdichte, glanzlose Masse (metallischer Kalk) zeigen, welche an Gewicht mehr austrägt, als das aufgelöfete Metall. Diese metallischen Kalke werden gewöhnlich auch von solchen Säuren aufgelöfet, welche die Metalle selbst wenig oder gar nicht angreifen.

Scheidung verbundener Materien.

215. Die Scheidung eines aufgelöfeten Körpers von dem Auflösungsmittel durch die Zusetzung eines dritten Körpers heißt eine Niederschlagung oder Fällung, wenn der abgeschiedene Körper dabey sichtbar

zum Vorschein kommt, es sey nun, daß er zu Boden sinkt oder als ein Rahm obenauf schwimmt. Dieser kann aber auch in dem Auflösungsmittel fein vertheilt, oder in flüssiger Gestalt vermischt bleiben, oder auch verdampfen. Z. B. wenn man zu der Auflösung des Eisenvitriols in Wasser Galläpfeltinctur hinzusetzt, um schwarze Dinte zu machen, so wird das durch die Säure des Vitriols veränderte Eisen (Eisenkalk) von der Vitriolsäure getrennt, verbindet sich aber mit dem zusammenziehenden Stoffe der Galläpfel und bleibt schwimmend in der Mischung, aus welcher es sich, wenn sie zu wässericht ist, in der Ruhe zu Boden setzt. Durch Zusatz einer Säure wird die schwarze Dinte fast weiß. — Wenn man die Kieselfeuchtigkeit (207.) in 24 mahl so viel Wasser auflöset, und eine Säure zusetzt, so wird die Kieselerde zwar von dem Laugensalze getrennt, bleibt aber in der Auflösung so fein vertheilt, daß sie sich beym Durchseihen nicht absondern läßt.

216. Der niederschlagende oder scheidende Körper äußert ein stärkeres Bestreben, sich mit dem Auflösungsmittel zu verbinden, als der geschiedene. Das Bestreben zur Vereinigung nennt man eine chemische Verwandtschaft. Der scheidende Körper hat eine nähere Verwandtschaft zu dem Auflösungsmittel, als der geschiedene. Man bezeichnet diese Erscheinung auch durch das Wort Wahlanziehung. Erklären sollen diese Benennungen nichts, nur die Gesetze ähnlicher Begebenheiten angeben.

Essig z. B. ist sehr geschickt, Kreide aufzulösen; bringt man in eine gesättigte Auflösung von Kreide in Essig etwas reines Laugensalz (Alkali), so verbindet sich dieses mit dem Essig und die Kreide fällt nieder. So wird auch Gyps, der eine mit Vitriolsäure verbundene Kalkerde ist, in einer Auflösung von Laugensalze zerlegt, weil

weil die Vitriolsäure zu dem Laugensalze eine nähere Verwandtschaft hat als der Essig. Hat man Silber in verdünnter Salpetersäure (Scheidewasser) aufgelöset, und wirft in die Auflösung Kupfer, so wird dieses nunmehr aufgelöset und das Silber wird in seiner metallischen Form geschieden. Das aufgelöste Kupfer wird durch Bley, das Bley durch Eisen, das Eisen durch Zink, der Zink durch Laugensalz niedergeschlagen, so wie jede dieser Materien durch eine nach derselben genannte. Jede später genannte hat eine nähere Verwandtschaft zu der Salpetersäure, als eine früher genannte. Es kann auch der hinzugesetzte Körper sich mit dem aufgelösten vereinigen, und mit demselben niederfallen. Setzt man zu der Auflösung von Kreide in Essig Vitriolsäure, so verbindet sich die Kreide mit dieser und fällt als Gyps nieder.

217. Auch durchs Feuer lassen sich zwey mit einander vereinigte Körper vermittelst eines dritten trennen, welches man die Niederschlagung auf dem trocknen Wege nennt, im Gegensatze der vorher beschriebenen Niederschlagung auf dem nassen Wege. Z. B. Silber von dem Kupfer, dem es beygemischt ist, zu scheiden, setzt man Bley hinzu, weil das Silber zu dem Bley nähere Verwandtschaft hat, als zu dem Kupfer, und mit demselben bey einer Hitze schmilzt, in welcher das Kupfer noch fest bleibt. Gold und Silber werden durch den Schwefel geschieden, als welcher das Silber, nicht aber das Gold, im Flusse auflöset. Aus dem Bleyglanze (Bley durch Schwefel mineralisirt) wird das Bley durch Eisen befreyet, welches dem geschmolzenen Bleyglanze zugesetzt wird.

218. Wenn die Körper, welche mit einander vereinigt werden, jeder aus zwey verschiedenen Stof-

fen bestehen, so erfolgt oft eine beiderseitige Trennung und gegenseitige Verbindung, und es werden zwey neue Producte mit verwechselten Bestandtheilen erhalten. Z. B. wenn man Schwefelleber (Schwefel und feuerbeständiges Alkali) mit Bleyessig (Bleykalk in Essig aufgelöset) verbindet, so erhält man ein geschwefeltes Bley oder Bleyglanz, und ein in der Arzeneykunst gebräuchliches Product, die Blättererde (fixes Alkali und Essig). So erfolgen aus der Vermischung von Glaubersalz (Vitriolsäure mit mineralischem Alkali) und fixem Salmiak (Kochsalzsäure mit Kalkerde) zwey neue Producte, Gyps und Kochsalz. Eben jenes Glaubersalz mit einer Silberauflösung in Salpetersäure vermischt, giebt Silbervitriol und würflichten Salpeter, so viel größer auch die Verwandtschaft der Vitriolsäure mit dem Alkali als mit dem Silber ist, weil der noch größere Unterschied der Verwandtschaften der Salpetersäure mit diesen Materien die Trennung möglich macht. — Auch auf dem trocknen Wege oder durchs Schmelzen werden dergleichen doppelte Verbindungen bewirkt. Schmelzt man goldhaltiges Kupfer und geschwefeltes Bley zusammen, so vereinigt sich das Kupfer mit dem Schwefel, und das Bley mit dem Golde. — Die Auflösungen des milden feuerbeständigen Alkali (Alkali und Kohlensäure) und des Kalksalzes (Kalkerde und Kochsalzsäure) in einer geringen Menge Wasser mit einander vermischt, gerinnen zu einer Gallerte, die endlich ganz hart wird, weil die Kohlensäure des Alkali sich mit der Kalkerde, und die Säure des Kalksalzes sich mit dem Alkali verbindet.

219. Die Ursachen dieser Wirkungen bezeichnet man mit der Benennung einer **doppelten Wahlverwandtschaft** (Wahlanziehung) oder einer **doppelten trennenden Verwandtschaft.**

220.

220. Das Gerinnen ist eine Art der Scheidung, die Absonderung eines dicklichten Theils aus einem flüssigen Körper, wie das Gerinnen der Milch und des Blutes, oder bloß die Verdickung einer flüssigen Masse. Milch besteht aus der Molke, einem fettigen Theile, oder der Butter, dem käsigen Theile, und einigen in sehr geringer Menge beygemischten salzigen Stoffen. Wenige Tropfen Säure bringen eine große Menge Milch, besonders erwärmte, zum Gerinnen. Die Säure hat zu dem Wasser in der Milch große Verwandtschaft, zu dem käsigen Theile nur geringe, wozu kommt, daß dieser Theil für sich in Wasser wenig auflöslich ist.

Der käsige Theil der Milch kommt fast mit dem Eyweiß der Vögeleyer überein, welcher auch durch Säuren und Hitze gerinnt. Durch Abdampfung und Abkühlung der Molke wird daraus ein wesentliches Salz, der Milchzucker, in krystallinischer Form erhalten. Dieser zuckerartige Stoff ist es, durch dessen Gährung die Milch von selbst sauer wird und gerinnt. Alle Bestandtheile der Milch haben nur geringe Verbindung unter einander.

221. Frisch gelassenes Blut verdickt sich zu einer gallertähnlichen Masse, woraus sich nach einiger Zeit das blaßgelbliche Blutwasser (serum) von dem rothen Blutkuchen absondert. Das erstere besteht aus dem eigentlichen Blutwasser, welches weder durch Hitze noch durch andere Mittel gerinnet, und aus der gerinnbaren Lymphe, die ganz wie der Eyweißstoff beschaffen ist. Der Blutkuchen besteht aus einer roth färbenden Masse (Cruor) und Faserstoff. Jene gerinnt wie die Lymphe durch Hitze, Alkohol und Säuren. Der Faserstoff wird in Gestalt einer weißen, fadenartigen Materie durch wiederholtes Auswaschen

des Blutkuchens mit Wasser erhalten. Er kommt mit dem Kleber des Mehles (Colla) überein, welcher auf gleiche Art aus dem Mehle erhalten wird, und wie derselbe weder in kaltem noch siedenden Wasser auflöslich ist. Jener färbende Theil ist dem Satzmehle aus den Getreidekörnern und der schleimicht zuckrigen Materie des Mehles ähnlich.

Gährung.

222. Organische Körper, die ihrer Lebenskraft beraubt sind, Theile derselben und Producte aus ihnen haben eine innere Anlage zur Veränderung ihres Aggregations-Zustandes. Der Übergang von einem Zustande zu einem andern ist das, was man Gährung nennt. Sie erfolgt durch die Natur des Materials selbst, doch mit der Bedingung, daß ein gehöriges Maaß von Feuchtigkeit und ein erhöhter Grad von Wärme vorhanden sey, auch daß die Luft Zutritt habe, es sey um die austretenden Stoffe aufzunehmen, oder aus sich einen Stoff zur innigen Vereinigung mit einem Stoffe des Körpers herzugeben. Die Kunst kann nur die Gährung befördern oder hemmen.

223. Die zuckrige Gährung ist eine innerliche, von selbst entstehende Bewegung in manchen vegetabilischen Körpern, wodurch sich in ihnen ein vorher nicht vorhandener Zuckerstoff bildet. Dies ist der Fall beym Bierbrauen. Das Getreide wird eingeweicht, einem gewissen Wärmegrad ausgesetzt, es schwillt auf, und geräth in eine innere Bewegung, wovon das Keimen ein Beweis ist. Nun wird diese Bewegung durch die Hitze des Darrens gehemmt. Das Malz hat einen süßlichen Geschmack erhalten, und Wasser, worin es gekocht wird, zieht eine wirkliche zuckrige Substanz daraus. — Durch eine Art zuckriger Gährung werden

den manche Obstarten, die abgepflückt noch herbe und säuerlich waren, nach einiger Zeit milde, süß und angenehm. Das Kochen giebt dadurch manchen Wurzelarten und Früchten einen süßen Geschmack.

224. Die weinichte Gährung entsteht, wenn unter den vorher angegebenen Bedingungen vegetabilische Substanzen, die einen zuckrigen Stoff enthalten, entweder ausgepreßte saftige, oder in Wasser ausgezogene nicht saftige, in ein räumliches Gefäß gethan werden. Nach einiger Zeit zeigt sich eine innere Bewegung in der flüssigen Masse, sie erhitzt sich, wird trübe, dehnt sich aus, und bedeckt sich mit einem bisweilen sehr hohen Schaum (Gäsch.). Das Anschwellen und Schäumen entsteht von der mit Geräusch verbundenen Entwickelung einer Luftgattung, welche die sie einschließenden klebrichten Theile des gährenden Stoffes mit sich nimmt. Allmählich vermindert sich die innere Bewegung, die Masse zieht sich zusammen, kühlt sich ab, und wird klar, indem der Schaum sich verliert, und die ungleichartigen, schleimigen, klebrigen Stoffe des Gemisches sich gleichförmiger verbinden, oder sich absondern und als Hefen niederfallen. Es hat nun einen mehr oder weniger weinartigen Geruch und Geschmack, und eine berauschende Kraft erhalten. Die aus der Mischung entwickelte Luft ist kohlensaures Gas (fixe Luft, Luftsäure), eine sehr gefährliche, erstickende Luftart, die schwerer ist als gemeine Luft, dieselbe, welche sich beym Verbrennen von Holzkohlen entwickelt.

Producte der weinichten Gährung sind Wein, Cider von Äpfeln und Birnen, Getränke von andern Obstarten, Palmwein, u. m. Die Bereitung des Biers erfordert als Vorbereitung das Malzen, zur Hervorbringung des gährungsfähigen Stoffes, und

ferner den Zusatz eines in Gährung begriffenen oder doch leicht gährenden Körpers, eines Gährungsmittels.

225. Wenn eine weinartige Flüssigkeit einer Wärme von 75 bis 90 Gr. (Fahrenh.) beym Zutritte der Luft ausgesetzt bleibt, so geräth sie in die saure Gährung. Es entsteht in ihr eine merkliche Wallung mit Sausen, sie wird warm und trübt sich; es zeigen sich viele Fäden und Blasen, die sich nach allen Richtungen bewegen; es entwickelt sich aber kein kohlensaures Gas, wie bey der weinichten Gährung. Allmählich nimmt die Wallung und die Wärme ab, die Flüssigkeit wird klar, und es fällt ein Bodensatz von röthlichen Flocken nieder. Geruch und Geschmack sind nun sauer geworden, und die berauschende Kraft ist verloren gegangen. Oft entsteht bey dieser Gährung auf der Oberfläche eine weiße Haut (Kahn), die in Wasser unauflöslich ist. Das Product der sauren Gährung ist Essig, eine wässerichte, mit mehr oder weniger schleimichten Theilen verbundene Pflanzensäure. Zu der sauren Gährung mag man auch das Ranzigwerden der Öle rechnen. Die saure Gährung erfordert nicht nothwendig vorher die weinichte.

226. Die Brodtgährung bringt in dem Mehle eine Zersetzung und neue Verbindung der Bestandtheile hervor, wodurch es aus einem kleistrigen Brey eine gesunde Nahrung wird. Durch die Erhitzung beym Backen wird sie unterbrochen. So gemein die Sache ist, so unvollkommen und schwankend ist doch noch die Kenntniß der Wirkungen, die dabey vorgehen.

227. Die Fäulniß ist die zerstörende Gährung. Sie führt zur Verwesung, der gänzlichen Umwandlung organischer Körper, durch welche nur ein erdeähn-

ähnlicher Stoff, die Dammerde (terreau), von ihnen übrig bleibt. Die Erscheinungen der Fäulniß sind sehr mannichfaltig, sowohl nach den Substanzen selbst, als nach den äußern Umständen. Bedingungen der Fäulniß sind Feuchtigkeit, mäßige Wärme, Zugang der Luft und Ruhe.

228. Bey den Pflanzen fängt die Fäulniß mit Verfärbung an; so werden Früchte braun, Pilze schwärzlich; so ist die Ausziehung der blauen Farbe aus der Indigopflanze und Waid der Anfang einer faulen Gährung, die unterbrochen wird. Pflanzen, auf einander gehäuft, doch nicht zusammengedrückt, werden dadurch desto früher aufgelöset. Sie erhitzen sich, bisweilen zur Entzündung. Es erzeugen sich flüchtige Stoffe, Stickgas, kohlensaure Luft, kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas (schwere brennbare Luft, wie aus aufgerührtem sumpfigen Schlamme). Daher der schimmliche, dann dumpfige, stinkende, etwas ammoniakalische (flüchtig alkalinische) Geruch. Zuletzt fällt alles in wenige schwärzlichgraue Erde zusammen.

229. Die Theile thierischer Körper sind fast alle nur der faulen Gährung fähig. Diese ist hier viel wirksamer als bey vegetabilischen, weil in jenen mehrerley, und in andern Verhältnissen verbundene Grundstoffe sind. Feste animalische Theile werden weich, flüssige dünner, verfärben sich, und erhalten einen andern Geruch, der zum Theil ammoniakalisch, in der Folge aber, bey der Vermoderung, unerträglich faulicht ist. Aus den Grundstoffen des thierischen Körpers *) entstehen verschiedene Gasarten, Wasserstoff-

*) Diese sind Wasserstoff, Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff, wovon bald die Erklärungen gegeben werden, so wie von den hier angeführten Gas- oder Luftarten.

gas mit Kohlenstoff, oder mit Schwefel, oder mit Phosphor verbunden, die so widrigen und nachtheiligen Erzeugnisse der Fäulniß. Die weichen Theile der faulenden Masse werden gallertartig, die austretenden elastischen Stoffe bringen darin eine gelinde Bewegung hervor, eine halbflüssige Materie sondert sich ab, allmählich zergeht alles, fällt zusammen, und wird zuletzt zu einer fetten, klebrigen, stinkenden Art von Erde, die noch eine sehr zusammengesetzte Mischung ist.

So werden die organisirten Verbindungen, wenn sie unbrauchbar geworden sind, zerstört, und in einfachern Gestalten den unorganisirten beygesellt, um nach dem stetigen Kreislaufe der Natur dereinst wieder zu organischen Verbindungen angewandt zu werden.

230. Merkwürdig ist die Verwandlung des Fleisches todter Thiere in Fett oder in eine wallrathähnliche Materie, wenn es lange, ohne Zutritt der Luft, in der Erde oder in Wasser liegt, oder auch in verdünnter Salpetersäure eine geraume Zeit gehalten wird. Die Bemerkung ist zwar schon in frühern Zeiten gemacht, man ist aber erst seit 1786 auf diese Erscheinung aufmerksam geworden, als auf einem Kirchhofe zu Paris Leichen ausgegraben wurden, an welchen das Fleisch sich in eine fettähnliche Masse verwandelt hatte.

Fünfter Abschnitt.

Von den besondern Eigenschaften der Körper und ihrer Bestandtheile.

1. Geräthschaften zur Zerlegung.

231. Durch mechanische Mittel ist man nicht vermögend, die Körper in ihre ungleichartigen Bestandtheile zu zerlegen, weil die kleinsten Theile noch eben so wie das Ganze oder die größern Theile aus ungleichartigen Bestandtheilen zusammengesetzt bleiben; aber die mechanische Zerlegung erleichtert oft die chemische Zerlegung. Hierher gehört das Zerschlagen und Zerstoßen, wozu oft eine Ablöschung der glühenden Körper in kaltem Wasser nöthig ist; das Pulvern, Lävigiren oder Präpariren (durch Reiben mit der Keule in Reibeschalen oder auf dem Reibesteine unter Zusatz vom Wasser oder Weingeist); das Zerreiben auf dem Reibeisen; das Zermalmen, Zerschneiden, Raspeln, Drehen, Laminiren, Körnen (Gießen der geschmolzenen Metalle auf einen im Wasser liegenden beweglichen Besen); Durchsieben, Schlämmen, (Umrühren gepülverter Körper im Wasser, und baldiges Abgießen desselben, indem sich die schwerern Substanzen sogleich niedersetzen, die leichtern noch schwebend erhalten, welches im Großen, bey Erzen, waschen und zu Schliche ziehen heißt), Durchseihen, Abschäumen, Klarmachen (Aufkochen mit Eyweiß oder Hausenblase), Ausdrücken und Auspressen.

232.

232. Die Mittel zur chemiſchen Zerlegung ſind das Feuer und die flüſſigen Auflöſungsmittel, unter den letztern beſonders die Säuren. Das Feuer, als der wahrſcheinliche Grund der Flüſſigkeit, macht die Körper, welche man mit einander verbinden will, flüſſig, und dadurch zur Zerlegung geſchickt, oder es verjagt die flüchtigen Beſtandtheile, und bewirkt dadurch unmittelbare Zerlegung. Die Auflöſungsmittel, wenn ſie nicht einen feſten Körper bloß in einen flüſſigen verwandeln, zerlegen die hineingebrachten, verändern ſie durch neue Verbindungen, und jagen oft luftförmige Stoffe aus der Miſchung, auf eine ähnliche Art wie das Feuer.

233. Das beſte und gewöhnlichſte Nahrungsmittel des Feuers zur gegenwärtigen Abſicht ſind Holzkohlen. Öl und noch öfterer Weingeiſt gebraucht man nur in dem Lampenofen, der aus einem Behältniſſe von Eiſenbleche für die Lampen und einem hohlen Eiſenbleche beſteht, in welches die zu behandelnden Körper, innerhalb eines gläſernen Gefäßes, entweder ganz frey, oder von Waſſer, oder von Sand umgeben, hineingeſetzt werden. Dieſer Ofen verlangt zu viele Aufmerkſamkeit, und die Arbeiten können nur im Kleinen geſchehen, dürfen auch keine große Hitze erfordern.

234. Unter den verſchiedenen Arten von chemiſchen Oefen mag folgende (Fig. 35.), wenn gleich nicht als Muſter eines ſehr vollkommenen *), doch wegen der Einfachheit und Tragbarkeit empfohlen werden. Er enthält vier Theile aus ſtarkem Eiſenbleche. Der unterſte, A, iſt der Aſchenheerd. Der zweyte, B, iſt

*) Vorzüglich iſt der von Black angegebene Ofen. Reuß Beſchreibung eines neuen chemiſchen Ofens, Leipzig 1782.

ist der Kohlenheerd, der von jenem durch den Rost abgeschieden wird, übrigens aus einem Stücke mit jenem besteht. Der dritte, C, ist der Arbeitsort, oder die Stelle für die zu untersuchenden Körper, wo fern diese oder die Gefäße mit denselben nicht unmittelbar ins Feuer gebracht werden. Sie werden entweder auf eiserne Stäbe gelegt, oder in besondere Gefäße. Dieser Theil kann abgenommen werden. Der vierte Theil, D, ist ein enge zulaufender, abgesonderter Deckel (Hut, Kuppel), welcher die Flamme auf das im Ofen frey liegende Gefäß zurückwirft, wenn man denselben als einen Reverberirofen gebrauchen will. Auf die Kuppel kann man auch eine Zugröhre, E, setzen, eine desto längere, je stärker der Zug seyn soll. Der Ofen wird inwendig mit einem Klebwerk von Lehm mit untermischten Kuhhaaren sorgfältig ausgefuttert, und mit etwas Leinöl bestrichen.

235. Zu diesem Ofen gehört noch ein cylindrisches Gefäß A B, (Fig. 36.) von Eisenblech oder gegossenem Eisen, mit einem hervorstehenden Rande, und einem Ausschnitte an einer Stelle des Umfanges. Es heißt eine Capelle. Man gebraucht es, um das Destillirgefäß C hineinzusetzen, das man nicht unmittelbar ins Feuer bringen darf. Die Capelle wird in den Theil C des Ofens gebracht, der dadurch ein Capell- oder Destillirofen wird. Die Capelle füllt man um das Gefäß entweder mit Wasser oder mit Sand an. Im erstern Falle nennt man die Vorrichtung ein Wasserbad, in dem zweyten ein Sandbad. Weil die Capelle den Ofen oben verschließt, so erhält sie in dem Rande Zuglöcher, oder Register mit Schiebern.

236. Den Ofen als Probierofen zur Erforschung des Gehalts der Erze, Münzen oder metallischer

lischer Mischungen zu gebrauchen, setzt man in den Kohlenheerd ein halbcylindrisches Gefäß mit einem ebenen Boden und einer Rückwand, eine Muffel (Fig. 37.), die hineinzusetzenden kleinen Gefäße vor den Kohlen zu sichern, wobey aber doch kleine Öffnungen in den Seitenwänden und hinten nöthig bleiben.

237. Unter den chemischen Gefäßen sind die wichtigsten folgende: 1) die Retorte (Fig. 38.), ein bauchichtes Gefäß, mit einem gekrümmten Halse, von Glas, Thon oder Eisen. Zu gewissen Absichten bekommt sie auf der Wölbung ein Röhrchen, das durch einen Stöpsel verschlossen werden kann; eine tubulirte Retorte. Der gekrümmte Hals dient, die von dem Feuer in die Höhe getriebene Feuchtigkeit, in Tropfen vereinigt, in ein davor liegendes Gefäß, die Vorlage, abzuleiten. 2) Kolben (Fig. 39.), kugelförmige Gläser, mit einem allmählich verengerten geraden Halse. Dergleichen dienen den Retorten zu Vorlagen. 3) Der Vorstoß (Fig. 40.), eine gläserne oder irdene Röhre, an dem einen Ende A bauchicht, an dem andern B verengert. Jenes wird in die Retorte gesteckt, dieses in den Hals der Vorlage. Die Absicht ist, die Vorlage, wo es nöthig thut, von der Hitze des Ofens zu entfernen. Die trockenen Materien, welche bey dem Destilliren mit den flüssigen übergehen, sondern sich hier ab. Zur Vorlage kann auch 4) eine Phiole (Fig. 41.) dienen, welche sich nur durch ihren cylindrischen Hals von den Kolben unterscheidet; besser ist sie noch zu Digestionen. 5) Des Kolbens mit einem Helm (Fig. 42.) bedient man sich bey leicht aufsteigenden Flüssigkeiten. Der Kolben ist das Gefäß A, auf dessen Öffnung bey C der Helm B C gesetzt und damit verklebt wird. Die zu der Wölbung a aufsteigenden Dämpfe verdicken sich daselbst,

und

und werden durch den Schnabel b abgeleitet. Bequem sind tubulirte Helme. 6) Die mehrentheils dreyeckigen oder runden, unten enge zulaufenden, mit einem Schnabel zum Ausgießen versehenen Schmelztiegel werden aus einem schwerschmelzenden Thone (die Hessischen) oder aus diesem und aus Wasserbley (die Ypsertiegel) verfertigt. 7) Treibscherben, kleine thönerne Näpfe, um von metallischen Körpern die flüchtigern Theile unter der Muffel zu verjagen. 8) Die Capellen, von ähnlicher Bildung, aus rein ausgelaugter Asche und etwas mehr weiß gebrannten Knochen bereitet, um die unedlen verglaseten Metalle, mit Zurücklassung der edlen, in sich zu nehmen. Nicht mit den größern eisernen, eben so genannten Gefäßen (235.) zu verwechseln.

238. Die in einander gefügten gläsernen Gefäße verschließt man bey milden Dämpfen nur durch das Umlegen einer Schweinsblase, oder eines mit Mehlkleister bestrichenen Papiers, oder eines Teiges aus Eyweiß und an der Luft gelöschten Kalks. Bey heftigern Dämpfen durchknetet man Eisenthon mit Rindsblut oder etwas Leinol, oder mischt Lehm, Silberglätte und Kuhhaare, oder stößt guten geschlämmten zerriebenen Thon mit Mahlerfirniß zusammen. Auch verwahrt man die Gefäße gegen die Heftigkeit des Feuers mit einem Teige aus Lehm, zerstoßenen Ziegelsteinen, Hammerschlag und Kuhhaaren, wie die chemischen Öfen, oder mit andern Arten von Beschlag.

239. Die in der Chemie anzuwendende Hitze unterscheidet man nach gewissen Graden: 1) das Digestionsfeuer von 40 — 90 Gr. des Fahrenh. Thermometers, 2) das Destillirfeuer von 96 — 212 Gr. 3) das Sublimir- oder Cementirfeu-

feuer bis zu 600 Gr., worin die Gefäße kirschbraun glühen, 4) das Glas-Schmelz- oder Reverberirfeuer, wo die Gefäße weiß glühen. Diese Hitze schätzt man bis zu 1500 Gr. 5) Die durch große Brennspiegel und Brenngläser zu erzeugende Hitze. 6) Die durch Hülfe des Sauerstoffgas (der Lebensluft) zu bewirkende Hitze, welche die durch Brennspiegel hervorgebrachte noch übertreffen kann.

240. **Digeriren** oder Digestion ist eine durch anhaltende mäßige Wärme beförderte Auflösung eines festen Körpers in einen flüssigen.

241. **Destilliren** heißt, die durch das Feuer aus den Körpern getriebenen Dämpfe und Dünste an einem kältern Orte sich sammeln lassen, und sie in flüssiger Gestalt auffangen. Im Kleinen geschieht es durch Retorte und Vorlage. Im Großen gebraucht man ein fast cylindrisches kupfernes, wohl verzinntes Gefäß, mit angesetztem kurzen Halse (eine Blase), worauf auch ein solcher Helm paßt, dessen Schnabel in eine (gerade, oder etwas gekrümmte, oder wie eine Schlange gewundene) durch ein Wasserfaß (Kühlfaß) gehende Röhre gefügt wird, um durch die schnellere Verdickung der heißen Dünste die Arbeit zu fördern. Das Ende der Röhre geht in das vorgelegte Gefäß.

242. **Sublimiren** ist, wenn die aufgetriebenen Dämpfe in trockener Gestalt an dem auffangenden Gefäße sich verdichten. Man läßt sie sich in dem Helme des Kolbens, oder in dem gewölbten obern Theile einer Retorte sammeln, oder nur in kleinen, verschlossenen Gefäßen. Das Product dieses Verfahrens heißt ein Sublimat, wenn es eine dichte Masse ist; als ein mehlichter Körper bekommt es den Namen, Blumen, z. B. Schwefel-, Arsenik-, Zinkblumen.

243.

243. Da eingeschlossene Dämpfe eine ungemeine Kraft besitzen, so bedient man sich derselben zur Zerlegung und Veränderung der Körper. In dem Papinischen Topfe, einem starken metallenen Gefäße mit einem fest schließenden Deckel, wird nicht allein das Wasser zu einem viel höhern Grade als in offenen Gefäßen erhitzt, sondern auch feste Körper, z. B. die härtesten Knochen, werden darin ganz aufgelöset. — Durch die Dämpfe fester Materien, mit welchen man Körper in festen Büchsen oder Tiegeln umgiebt, und sie einem starken Feuer aussetzt, kann man große Veränderungen in ihnen hervor bringen, oder Verbindungen bewirken, die sonst sehr schwer sind. Dieses Verfahren heißt das Cementiren; die angewandten Materien das Cementpulver. Dadurch verwandelt man Eisen in Stahl, Kupfer in Messing, Glas in eine Art Porzellan, und scheidet in gewissen Fällen Gold vom Silber.

244. Die neuen Untersuchungen über die luftförmigen Stoffe, welche sich bey Destillationen, Auflösungen und andern Veränderungen der Körper entwickeln, haben eigene Geräthschaften nöthig gemacht, um dergleichen Stoffe aufzufangen und zu behandeln. Diese begreift man unter dem Namen pneumatisch-chemischer Apparat, oder Luftgeräthschaft. Der Recipient oder die Vorlage für die Luftgattung ist ein Glas, in welches sie aus dem Gefäße, worin sie entbunden ist, geleitet wird. Nur darf sie in demselben nicht mit gemeiner Luft vermischt werden.

245. Wenn der luftförmige Stoff vom Wasser gar nicht oder nur wenig verschluckt wird, so nehme man eine Wanne ABCD (Fig. 43.), die hier bloß im senkrechten Querschnitte erscheint, befestige nahe bey dem Rande an einer Seite ein Brett oder Gesims E, mit einigen Löchern F, in welche man einen kur-

zen Trichter steckt. Die Wanne füllt man mit Wasser, noch gegen zwey Zoll über das Gesims. Ein cylindrisches Glas G fülle man in der Wanne mit Wasser so, daß keine Luftblase sich darin aufhalte, und stelle es darauf so gefüllt auf das Gesims über einem der Löcher F. Das Wasser kann wegen des Drucks der Luft auf das umgebende Wasser aus dem Glase nicht heraus laufen. Nun nehme man das Entbindungsgefäß, hier eine Flasche H, in welche z. B. Kreide gethan ist, um verdünnte Vitriolsäure darauf zu gießen, und die darin enthaltene Säure zu entbinden. Von dem Halse der Flasche leitet man eine gebogene Glasröhre nach dem Recipienten in die trichterförmige Öffnung des Gesimses. Die Röhre endigt sich an dem Halse der Flasche in einen Stöpsel, der in den Hals eingeschliffen ist. Es kann auch ein Korkstöpsel genügen, durch welchen die Röhre luftdicht geleitet wird. Es ist bequem, wenn die Entbindungsflasche noch einen Hals mit einem Stöpsel, wie eine tubulirte Retorte (Fig. 38.), hat, um das Auflösungsmittel erst dann hinein zu schütten, wenn sie mit dem Recipienten schon verbunden ist. Die entbundene Luftgattung steigt durch die Öffnung F in dem Wasser des Recipienten empor, und treibt es durch ihre Federkraft herunter. Wenn es so weit gefallen ist, daß es mit dem Wasser außen fast gleich steht, so schiebt man den Recipienten weg, und einen andern in dessen Stelle. Durch Hülfe eines flachen Tellerchens kann man den Recipienten von dem Gesimse abheben, so daß die verschlossene Luft mit Wasser gesperrt bleibe. Der Recipient kann oben einen Hals mit einem eingeschliffenen Stöpsel bekommen; er kann auch eine gemeine Bouteille seyn. Zum Recipienten kann man auch eine Blase gebrauchen. Wenn die Luftgattung durchs Feuer entwickelt wird, so ist das Entbindungsgefäß eine Retorte.

246.

246. Da manche Luftgattungen vom Wasser verschluckt werden, so kann man solche mit Wasser nicht sperren, sondern man muß Queckſilber nehmen, wobey man alles viel kleiner einrichten muß, wiewohl eine kleine Wanne von 200 Cubiczoll räumlichen Inhalts völlig 100 Pfund Queckſilber erfordert. Zuweilen kann man statt des Queckſilbers heißes Wasser, Weingeist, alkalische Laugen oder Öle gebrauchen.

II. Alkalien und Säuren.

247. Unter den einfachern Grundstoffen der Körper sind besonders zwey Gattungen merkwürdig, weil sie sehr leicht Verbindungen mit andern eingehen, und dadurch die wirksamsten Auflösungsmittel ausmachen. Beide sind in Wasser leicht auflöslich, und erregen jede einen eigenthümlichen Geschmack, die eine einen sauren, welche daher eine Säure heißt, die andere einen scharfen, brennenden, etwas urinartigen Geschmack, die Alkalien *), welche auch Laugensalze genannt werden, weil man dergleichen, als die Pottasche, durch Auslaugen aus der Asche der Pflanzen erhält. Beide haben eine vorzügliche Verwandtschaft zu einander, und heben in der Verbindung, bey gehörigem Verhältnisse, die Wirkungen auf, welche sie einzeln äußern. Sie erhalten vereinigt einen eigenen andern Geschmack, und wirken auf die Farben der Pflanzensäfte nicht, die sie einzeln ändern.

*) Der Name ist arabischen Ursprungs, von einem Kraute, das im Arabischen Kali heißt, Salsola Kali Linn., gemeines stachlichtes Salzkraut, woraus eine Art des Alkali erhalten wird. Die Vorsylbe Al ist im Arabischen der Artikel der. Daher muß man ganz sprachrichtig sagen Kali, wie es jetzt gewöhnlich wird. Doch mag man bey diesem fremden Worte auch das bisher übliche behalten.

248. Die Verbindungen einer Säure mit einem Alkali nennt man kalische Salze, sonst auch Neutralsalze. Dergleichen sind Kochsalz, Salmiak, Salpeter, Glaubersalz. In einem vollkommenen kalischen Salze sind beide Bestandtheile mit einander gesättigt, so daß keines hervor sticht, oder ein Übergewicht durch seinen Geschmack und durch Wirkung auf die Farben der Pflanzensäfte zeigt. Dergleichen sind die genannten Salze. Hingegen in dem Weinstein und dem Sauerkleesalze ist ein Übermaß der Säure merkbar; in dem Borax von dem Alkali.

249. Die Verbindungen einer Säure mit einer einfachen Erdart oder einem metallischen Stoffe begreift man auch unter der Benennung der Salze. Die erstern nennt man erdichte Mittelsalze oder Mittelsalze schlechthin, z. B. Alaun, Bittersalz. Die andern heißen metallische Salze, z. B. die Vitriole. Man nennt auch die Säuren und Alkalien für sich allein Salze. Durch diese Ausdehnung der Bedeutung des Wortes Salz wird es fast unmöglich, eine bestimmte, für alle darunter begriffene Körper schickliche, Erklärung davon zu geben. Auch werden dadurch Körper von andern getrennt, zu welchen sie nach ihrer Beschaffenheit im Ganzen genommen doch zu zählen sind. Am rathsamsten möchte es seyn, unter Salz die Verbindung einer Säure mit einem andern Stoffe zu verstehen, wenn das Zusammengesetzte im Wasser auflöslich ist, und die Grenze der Auflöslichkeit so zu bestimmen, daß die Ähnlichkeit mit dem, was man ursprünglich Salz nennt, bleibe. Lavoisier schloß die Säuren, als einfachere Substanzen, aus der Reihe der Salze, als mehr zusammen gesetzter Körper, aus.

250. Die Alkalien haben den ihnen eigenthümlichen, vorher beschriebenen Geschmack, sie verändern

ver

verschiedene Pflanzenfarben auf eine gewisse Weise, machen den blauen Veilchensaft grün, die gelbe Tinctur der Curcumawurzel braun, die rothe Fernambucktinctur violett, die Lackmußtinctur nur dunkler; die durch Säuren in rothe verwandelten Pflanzenfarben stellen sie wieder her. Sie haben zu allen Säuren eine große Anziehung. In dem Zustande der Reinheit sind sie ätzend (kaustisch), das ist, sie haben eine starke zerstörende Wirksamkeit auf die thierische Faser.

251. Zwey Arten der Alkalien sind feuerbeständig (fixe), so daß sie einen hohen Grad von Glühhitze ausstehen können, ohne sich zu verflüchtigen. Daher lassen sie sich aus ihren Laugen als feste Körper darstellen, die bey gelinder Glühhitze schmelzen. Die dritte Art ist für sich allein, auch in der niedrigsten Temperatur, immer luftförmig. Diese heißt daher flüchtiges Alkali, in der neuen Chemie Ammoniak oder Ammonium.

252. Von den beiden feuerbeständigen Alkalien wird das eine beynahe nur aus Pflanzen gezogen, und heißt daher Pflanzen- oder Gewächs-Alkali (Potasse); das andere ist viel häufiger in dem Mineralreiche als in den Pflanzen vorhanden, und heißt daher Mineralalkali, auch Natrum, Soda, Soude. Beide unterscheiden sich fast nur in den Verbindungen mit Säuren und andern Körpern.

253. Das Pflanzen-Alkali wird theils aus der Asche verbrannter Pflanzen durch Auslaugen, Durchseihen und Abrauchen, theils aus dem Weinsteine gewonnen. Das erstere ist die bekannte Pottasche, die aber noch ein unreines Laugensalz ist, welches man durch Brennen, durch Auflösen im Wasser und Austrocknen, und durch andere Mittel, so viel es erforderlich ist, reinigt. Der Weinstein (Tartarus), welcher

cher sich aus dem Weine an den Wänden der Gefäße ansetzt, ist eigentlich ein Mittelsalz aus Weinsteinsäure und Pflanzen-Alkali, das jedoch, mit der Säure übersättiget, sauer schmeckt. Glüht man es zwischen Kohlen, so erhält man aus demselben das Weinsteinsalz (Sal Tartari), indem die Säure durch das Feuer verjagt wird, und ferner durchs Auslaugen, Durchseihen und Abrauchen ein sehr reines Alkali. Da das Pflanzenalkali ein Bestandtheil des gemeinen Salpeters ist, so kann es daraus durch die Verbrennung oder Verpuffung mit Kohlen erhalten werden.

254. Das Mineral-Alkali ist ein Bestandtheil des Kochsalzes und Seesalzes, und kann aus dem Kochsalze durch die Zersetzung desselben vermittelst des Pflanzen-Alkali gewonnen werden. Die Asche verschiedner Pflanzen, die an dem Seeufer oder auf einem salzreichen Boden wachsen, die Soda, giebt ein mineralisches Alkali durchs Auslaugen und gehöriges Reinigen. Die Natur liefert es auch häufig unmittelbar, doch nicht ganz rein, als in Ägypten, auf dem Boden einiger ausgetrockneten Seen, in verschiedenen Ländern Asiens und in Ungarn. Vielen Gesundbrunnen Deutschlands ist es beygemischt.

255. Beide dieser Alkalien haben eine große Anziehung zu der Kohlensäure (Luftsäure), so daß sie im gewöhnlichen Zustande immer damit verbunden sind. Um ein Alkali davon zu befreyen, wird es mit gebranntem Kalk und Wasser gekocht. So erhält man eine beizende Lauge, und das durch Abrauchen erhaltene reine Alkali ist ätzend (kaustisch) geworden, da es mit Kohlensäure gesättigt milde ist, in der That ein Mittelsalz, worin durch den Beytritt einer schwachen Säure die eigenthümliche Wirksamkeit des Alkali gemindert wird. Der gebrannte Kalk hat die in dem rohen steckende Kohlensäure durch das Brennen verloren, und ent-

entzieht dem Alkali die damit verbundene. Das ätzende Alkali ist im Wasser leicht auflöslich, mit Erwärmung, daher es die Feuchtigkeit aus der Luft an sich zieht und zerfließet, zugleich auch Kohlensäure aus der Luft in sich aufnimmt. Ein vollkommen mildes Alkali zerfließt nicht an der Luft; doch zerfallen die Krystalle des mineralischen an der Luft zu einem weißen Pulver, mit Verlust des Krystallisations-Wassers, dagegen die des vegetabilischen sich halten. Das krystallisirte milde Alkali erkältet das Wasser, worin es aufgelöset wird. Von der Kohlensäure entsteht das Aufbrausen der milden Alkalien (so wie auch der ihnen verwandten Erden) mit Säuren, da diese die schwächere Kohlensäure austreiben.

256. Die Neutralsalze, welche die beiderley fixe Alkalien mit Säuren bilden, sind von verschiedener Beschaffenheit. Zu Beyspielen dienen folgende Verbindungen:

Säure.	Pflanzen-Alkali.	Mineral-Alkali.
Schwefelsäure.	Vitriolisirter Weinstein.	Glaubersalz.
Salpetersäure.	gemeiner Salpeter.	würflichter Salpeter.
Salzsäure.	Digestivsalz.	gemeines Küchensalz.
Essigsäure.	geblätterte Weinsteinerde.	krystallisirbare Blättererde.

In der neuen chemiſchen Nomenclatur ſind die hier angegebenen alten Benennungen mit andern vertauſcht, welche aus den Namen der Säuren und des Alkali zuſammen geſetzt ſind.

257. Mit den fetten Ölen machen die ätzenden fixen Alkalien eine Seife, das Pflanzenalkali aber keine völlig feſte, weswegen am Ende der Bereitung Kochſalz zugeſetzt wird. Öle, die in der Kälte ſchwer dick werden, geben weiche Seifen. Kohlenſaures Alkali verbindet ſich nicht mit Ölen. Auch mit Wachs und Harzen geben die ätzenden Alkalien ſeifenhafte Verbindungen. — Mit Schwefel vereinigen ſich dieſelben durch mäßiges Feuer zu einer im Waſſer völlig auflöslichen Maſſe, geſchwefeltes fixes Alkali (ſonſt Schwefelleber), welches einen ekelhaften Geſchmack hat, und beym Zerfließen an der Luft auch einen ſehr widrigen Geruch, wie von faulen Eyern. In ſtarkem Feuer bringen die fixen Alkalien mit kieſelartigen Erden Glas hervor, das mineraliſche ein dauerhafteres.

258. Das flüchtige Alkali (Ammoniak) wird am reichlichſten und bequemſten aus den Theilen thieriſcher Körper, das Fett ausgenommen, insbeſondere aus Knochen, Hörnern und gefaultem Harne durch die Deſtillation geſchieden. Das flüchtige Hirſchhornſalz der Apotheken iſt ein aus Horn und Knochen ſublimirtes, trocknes, flüchtiges Alkali; der Hirſchhorngeiſt iſt daſſelbe in Verbindung mit Waſſer, beides aber nicht rein. Der Salmiak (Sal ammoniacum), iſt ein Neutralſalz aus der Kochſalzſäure mit dem flüchtigen Alkali, welches theils die Natur in und bey den Vulkanen liefert, theils die Kunſt aus thieriſchen Stoffen zieht. Setzt man zu dem Salmiak ein mildes fixes Alkali und Waſſer, ſo erhält man durch die Deſtillation den Salmiakſpiritus, ein mil-

des,

des, flüchtiges Alkali in flüssiger Gestalt. Das fixe Alkali, welches sich mit der Kochsalzsäure vereinigt, giebt seine Kohlensäure an das flüchtige Alkali ab. Läßt man das Wasser weg, so sublimirt sich das flüchtige Alkali wie Laubwerk und in Kruſten an der Vorlage. Es heißt flüchtiges Salmiaksalz. In der neuen Chemie nennt man beide kohlensaures Ammoniak.

259. Das flüchtige Alkali unterscheidet sich von dem fixen durch seine große Flüchtigkeit, da es bey der gelindesten Wärme in die Luft entweicht, durch seinen strengen Geruch, als eine Wirkung seiner Flüchtigkeit, auch durch seinen mehr urinhaften Geschmack. Übrigens kommt es in den allgemeinsten Eigenschaften mit jenen überein, verändert wie sie die Pflanzenfarben, und trennt die mit Säuren verbundenen, erdichten und metallischen Stoffe von denselben, wird aber durch die fixen Alkalien aus seinen Verbindungen mit Säuren gesetzt. Daher entsteht der starke Geruch des englischen Riechsalzes, eines Gemisches aus Salmiak und Weinsteinsalz. Mit den Ölen macht das flüchtige Alkali seifenartige Gemische, dergleichen mit Bernsteinöle das Eau de Luce ist. Es dient daher auch zur Vertreibung der Fettflecken. — Wenn trocknes kohlensaures (mildes) flüchtiges Alkali über gebranntem Kalk oder ätzendem fixen Alkali aus einer Retorte destillirt, und in dem Wasser der Vorlage aufgefangen wird, so wird dieses brennend von Geschmack und durchdringend von Geruch, brauset nicht mit Säuren, erhitzt sich aber mit ihnen. Dieses ist ätzendes flüchtiges Alkali (sonst ätzender Salmiakgeist), welches in trockner Gestalt sich nicht darstellen läßt.

260. Wird starker ätzender Salmiakgeist in einer Retorte gelinde erhitzt, so geht in die Vorlage der

Luftgeräthſchaft (die mit Queckſilber gefüllt ſeyn muß), eine luftähnliche Flüſſigkeit, ein Gas, über, welche ſich ganz wie dieſes ätzende flüchtige Alkali verhält. Sie hat denſelben Geruch und Geſchmack, verändert die Pflanzenfarben auf gleiche Art, und bildet mit den Säuren dieſelben Neutralſalze. Von Waſſer wird ſie ſchnell und gänzlich, mit Erzeugung von Wärme, verſchluckt. Das Eis ſchmelzt ſie ſehr geſchwind, und macht es zu Salmiakſpiritus, mit Erkältung. Sie iſt Thieren tödtlich, und löſcht eine Lichtflamme aus. Mit gemeiner Luft gemiſcht iſt ſie entzündbar. Wird kohlenſaures Gas zu ihr gebracht, ſo entſteht augenblicklich eine feſte Subſtanz, kohlenſaures Ammoniak, mit Entwickelung von Wärme. Dieſe Luftgattung nennt man Ammoniakgas (flüchtig alkaliniſches Gas), welches das flüchtige Alkali in der größten Reinheit iſt.

Man hat gefunden, daß das flüchtige Alkali aus den Grundlagen der atmoſphäriſchen Stickluft und der brennbaren Luft, das iſt, Azote und Hydrogen, beſteht.

261. Die Säuren ſind von ſehr mannigfaltiger Beſchaffenheit, weit mehrere als die Alkalien. Man zählt ſchon über dreyßig Gattungen. Sie haben einen ſauren Geſchmack, röthen gewiſſe blaue Pflanzenfarben, beſonders leicht das Lackmuß, vereinigen ſich mit Alkalien, alkaliſchen Erden, und mit Metallen, ſcheiden den Schwefel aus dem Schwefelalkali, und die Öle aus den Seifen. Einige laſſen ſich in trockner Geſtalt und kryſtalliſirt darſtellen, die mehreſten aber müſſen, nach der Scheidung von dem Körper, der ſie enthielt, mit Waſſer verbunden werden, oder werden als ein luftförmiger Stoff aufgefangen. Die Eintheilung nach den Körpern, woraus man ſie allein oder vorzüglich erhält, in mineraliſche, vegetabiliſche und thieriſche Säuren, darf dem ſyſtematiſchen Vortrage nicht hinderlich fallen.

262.

262. In der Lehre von den Säuren unterscheidet sich die neue Chemie von der ältern vorzüglich. Nach jener besteht jede Säure aus einer *säurefähigen Grundlage* (Basis), und einem *säurenden Stoffe*. Dieser ist die Grundlage des zur Unterhaltung des Lebens und des Feuers geschickten Theils der Luft oder der Lebensluft, welche durch Wärmestoff die Luftgestalt erhält. Man nennt diesen säurenden Stoff *Oxygene*, und die Verbindung desselben mit dem Wärmestoffe in luftförmiger Gestalt Gas oxygéné, säurezeugendes Gas, auch Säurestoffgas. Wenn ein säurefähiger Stoff Oxygene in sich aufnimmt, aber so wenig, daß die Kennzeichen einer Säure nicht merkbar sind, so nennt man das Product eine *Halbsäure* oder *Oxyd*. An den Säuren unterscheidet man Grade der Säuerung (Oxydation) nach dem Verhältnisse des Oxygens zu dem säurefähigen Substrat, doch nur auf eine unbestimmte Art, so daß eine Säure entweder als eine vollkommene oder als eine unvollkommene angesehen wird. In der französischen Nomenclatur unterscheidet man sie durch die Endsylben ique und eux, z. B. Acide sulphurique und Acide sulfureux. In einigen Fällen kommt noch ein höherer Grad der Säuerung, ein Acide surroxygéné, vor; bey der Salpetersäure ein niedrigerer Grad als der mittlere.

Von einigen Säuren hat man den säurefähigen Grundstoff noch nicht ausfindig gemacht.

263. Die **Kohlensäure** (Acidum carbonicum, sonst Luftsäure), ist zwar die schwächste unter allen, aber durch ihre mannigfaltigen Wirkungen eine der merkwürdigsten. Sie wird aus mancherley Körpern auf verschiedene Arten erhalten, insbesondere aus der Holzkohle. Man bringt reine Kohle, solche, die vorher in einem vor dem Zutritte der Luft verwahrten Gefäße

fäße ausgeglühet, und von allen beygemiſchten flüchtigen Theilen befreyet worden, unter eine mit Queckſilber geſperrte Glasglocke, die mit Lebensluft gefüllt iſt. An die Kohle ſey ein Stückchen Zunderſchwamm mit ein wenig Phosphor befeſtigt, um die Kohle vermittelſt eines Brennglaſes oder auf andere Art anzünden zu können. Durch das Verbrennen der Kohle wird ein Gas erzeugt, welches von kaltem Waſſer, und ſchneller von einer ätzenden alkaliſchen Lauge und Kalkwaſſer eingeſogen wird. Das reine Waſſer wird dadurch ſäuerlich, ſo daß es die Lackmußtinctur, aber nicht den Veilchenſaft, röthet; die alkaliſche Lauge wird milde, und der vorher ätzende Kalk in dem Kalkwaſſer wird als roher Kalk niedergeſchlagen, indem ſich die Kohlenſäure mit dem Alkali und dem Kalke verbindet. Der verbrannte Antheil der Kohle, und der verſchwundene Antheil der Lebensluft zuſammen, wiegen ſo viel als das erzeugte in der Lauge befindliche Gas. Man hat gefunden, daß die Antheile des verbrannten Kohlenſtoffs und der dazu gekommenen Lebensluft ſich wie 28 zu 72 verhalten. Ohne Zutritt der Luft erzeugt ſich aus einer reinen Kohle, auch durch die ſtärkſte Hitze, kein Gas. Die luftförmige Kohlenſäure heißt kohlenſaures Gas (Gas acide carbonique).

So wie bey dem vorigen Prozeß ätzendes Alkali und ätzender Kalk durch den Beytritt der Kohlenſäure milde werden, ſo geben milde Alkalien und Kalkerden durchs Ausglühen wieder gasförmige Kohlenſäure. Sie werden zu dem Ende in eine beſchlagene irdene Retorte gethan, die mit dem in (245.) beſchriebenen Recipienten in Verbindung gebracht wird.

Die gasförmige Kohlenſäure wird auch aus milden Alkalien und alkaliſchen Erden (als geſtoßener Kreide, Marmor, beſonders Kalkſpat) durch Aufguß einer

einer ſtärkern Säure, als verdünnter Vitriolſäure, auf die (245.) beſchriebene Art erhalten, indem die dabey entwickelte Wärme die Säure jener Materien luftförmig macht.

Dieſelbe wird auch bey dem Ausathmen der Luft aus den Lungen erzeugt, welches an dem durch die ausgeathmete Luft getrübten Kalkwaſſer bemerklich wird. Die eingeſchloſſene Luft, worin ein Thier geſtorben iſt, macht fixes kauſtiſches Alkali wieder milde, daß es mit Säuren brauſet und ſich kryſtalliſirt. Bey dem Verbrennen der Körper (nur nicht des Schwefels und des Phosphors) in freyer Luft entſteht, wie bey dem Anfangs beſchriebenen Verfahren, kohlenſaures Gas. Bey der Fäulniß entwickelt ſich, beſonders im Anfange, Kohlenſäure. Daher iſt dieſe auch in der atmoſphäriſchen Luft enthalten, aber auch nur als eine zufällige Beymiſchung. Das der Luft ausgeſetzte Kalkwaſſer läßt den Kalk allmählich fallen, und gebrannter Kalk wird durch den Beytritt der Kohlenſäure aus der Luft mit der Zeit wieder zu rohem Kalke. Kauſtiſches Alkali wird an der freyen Luft milder. Bey der weinichten Gährung (224.) entwickelt ſich kohlenſaures Gas in Menge. Es macht die Getränke perlend und ſchäumend, wenn ſie, ehe die Gährung geendigt war, in Gefäße verſchloſſen worden ſind. Schale Biere und Weine kann man durch zugeſetzte Kohlenſäure, oder durch Vermiſchung mit jungem gährenden Biere und Moſte wieder herſtellen. Den Sauerbrunnen giebt die Kohlenſäure den ſäuerlichen Geſchmack, und macht ſie beym Ausgießen perlen. Durch Anſchwängerung des Waſſers mit der Kohlenſäure kann man künſtliche Sauerbrunnen machen. Selbſt unſerm Brunnenwaſſer giebt ſie den erquickenden Geſchmack. Durch Kochen wie durch Gefrieren wird die Kohlenſäure aus dem Waſſer ausgetrieben. Eiſen, Zink und Braunſtein

ſtein werden in kohlenſaurem Waſſer aufgelöſet. Die Eiſenauflöſung iſt den natürlich kohlenſauren Stahlwaſſern ähnlich. Die Kohlenſäure iſt ein fäulnißwidriges Arzeneymittel, innerlich vermittelſt Mineralwaſſer oder auf andere Art, auch durch Klyſtiere, äußerlich, wenn man ſie gegen einen an Fäulung leidenden Theil ſtrömen läßt. Fleiſch und Früchte laſſen ſich in kohlenſaurer Luft lange bewahren. Pflanzen gedeihen nicht darin.

Das kohlenſaure Gas iſt ſchwerer als gemeine Luft; es löſcht eine brennende Kerze ſo ſchnell aus, als wenn ſie in Waſſer getaucht würde; es iſt den Thieren, beſonders den warmblütigen, tödtlich, und vernichtet die Reizbarkeit der Muskeln, ſo daß das aus dem noch warmen Thiere heraus genommene Herz ſich durch keinen Reiz wieder zum Schlagen bringen läßt. Darum iſt es gefährlich, in einen Keller voll gährender Getränke zu gehen. So lange ein Licht ſich darin brennend erhält, iſt keine Gefahr. Die unterirdiſchen Schwaden oder erſtickenden Dünſte beſtehen oft hauptſächlich aus dieſer Luftgattung.

264. Die Schwefelſäure (Vitriolſäure) wird unmittelbar aus dem Schwefel durchs Verbrennen, und mittelbar aus dem grünen Vitriol gewonnen. Wenn Schwefel in eine mit Lebensluft gefüllte und mit Waſſer geſperrte Glocke auf einer blechernen Kapſel gebracht und angezündet wird, ſo entſtehen weiße Dämpfe, das Waſſer ſteigt in der Glocke empor, und wird von den verſchluckten Dämpfen ſauer, röthet auch ſchnell die Lackmußtinctur. Wird die Glocke mit Queckſilber geſperrt, ſo ſteigt beym Verbrennen das Queckſilber auch, indem die Luft vermindert wird. So wie die Dämpfe erkalten, ſammeln ſie ſich zu einer tropfbaren Säure über dem Queckſilber. Wird die Säure mit Waſſer, deſſen Gewicht bemerkt iſt, weggewaſchen, und mit dem Waſſer gewogen, ſo findet ſich die Zunahme durch

die

die Säure so groß, als das Gewicht des verbrannten Schwefels und der verzehrten Lebensluft. Auf diese Art wird in England die Schwefelsäure bereitet, wobey zur Beförderung des Verbrennens Salpeter zugesetzt wird.

265. Der Vitriol ist ein metallisches Salz, das aus oxydirtem Eisen (Eisenkalk) und Schwefelsäure besteht, auch etwas oxydirtes Kupfer enthalten kann. Er wird aus den Schwefelkiesen (Verbindung von Eisen und Schwefel), nachdem sie zerfallen sind, durch Auslaugen gezogen. Der Vitriol wird erstlich roth gebrannt, und darauf aus einer Retorte destillirt, wodurch in der Vorlage eine sehr concentrirte Schwefelsäure (Vitriolöl) erhalten wird. Die verkäufliche ist braungelb, und stößt in offenen Gefäßen weißgraue Dämpfe aus, mit einem schweflichten Geruche, welches die aus Schwefel unmittelbar bereitete nicht thut. Wenn das Vitriolöl in einer Retorte gelinde erhitzt wird, so geht ein starker weißer Rauch in die Vorlage über, wo er sich, wenn sie hinlänglich kalt ist, als eine glänzende Rinde sternförmig oder strahlig anlegt. Das in der Retorte zurück bleibende ist farbenlos geworden, und nicht mehr dampfend. Es gefriert nur bey einer beträchtlichen Kälte (30° unter o Fahrenh.), das rauchende bey einer viel geringern, wobey weiße feste Klumpen (eisartiges Vitriolöl) entstehen.

266. Die weiße, von einem flüchtigen Antheile freye Schwefelsäure heißt in der neuen Chemie Acide sulfurique, vollkommene Schwefelsäure, sie mag mit Wasser verdünnt, oder möglichst entwässert seyn. Starke ist sehr ätzend und sehr sauer von Geschmack. Sie ist eine der feuerbeständigsten, und erfordert eine Siedhitze von 540° Fahr. und darüber. Daher läßt sie sich sehr entwässern, doch nicht bis zur Trockenheit. An der Luft zieht sie Feuchtigkeit ein. Sie

ist

ist eine der stärksten, treibt aus Alkalien und Erden die andern Säuren auf dem nassen Wege heraus, nur nicht die Sauerkleesäure aus der Kalkerde. In metallischen Auflösungen ist sie nicht so überlegen. Ihre weiße Farbe wird durch die Berührung mit einem brennlichen Körper braun, und der Geruch wird schwefelicht, so daß hier flüchtige Säure hervor geht. Wenn starke Schwefelsäure in fettes Öl getröpfelt wird, so entsteht Erhitzung mit einem schweflichten erstickenden Dampfe. Die Säure verliert etwas von ihrem Oxygen. Beym Eintröpfeln der Schwefelsäure in Wasser entsteht auch Erhitzung, aber dampfender Säure wird durch die Verdünnung das Dampfen benommen. Hier gewinnt sie Oxygen aus dem Wasser, oder das Oxygen wird durch die Verbindung mit dem Wasser fixer.

267. Wenn starke Schwefelsäure mit gleich viel Queckſilber (oder einem andern von ihr auflösbaren Metalle, auch Kohlen, Ölen, Zucker) in eine Retorte gethan wird, die mit dem pneumatischen Queckſilber-Apparat in Verbindung ist, und das Gemische im Sandbade erhitzt wird, so geht die Schwefelsäure als Gas in den Recipienten über. Dieses Gas hat einen erstickenden Geruch, wie Schwefeldampf, löscht ein Licht aus, und ist zum Athmen untauglich, wird von Wasser eingesogen, von heißem langsam, schmelzt das Eis, und ist schwerer als gemeine Luft. Wenigstens ein hoher Grad von Kälte und Zusammenpressung gehört dazu, dieses Gas tropfbar zu machen. Das Wasser, wovon dieses Gas aufgenommen ist, hat einen schweflichten Geruch und schwach säuerlichen Geschmack. Es röthet zuerst den Veilchensaft, und nimmt zuletzt die Farbe ganz weg; verschiedene andere Farben vernichtet es ebenfalls, die aber gemeine Schwefelsäure wieder herstellt (indem sie den Pigmenten das verlorne

Oxy-

Oxygen wieder giebt). Dieſes Gas heißt in der neuen Chemie Gas acide ſulfureux, im Deutſchen ſchwefelichtſaures Gas, oder ſchwefelhalbſaures Gas. Das Metall hat der Säure einen Theil ihres Oxygens entzogen, und ſich damit oxydirt. Das Waſſer, welches dieſes Gas in ſich gezogen hat, heißt eine unvollkommene oder ſchweflichte Säure, Acide ſulfureux. Sie iſt in den Quellen des Aachner Bades enthalten.

Eben dieſes Gas wird bey der ſchwachen, mit einer blauen Flamme begleiteten Verbrennung des Schwefels erhalten. Fängt man den Dampf in einem mit Waſſer inwendig benetzten Gefäße auf, ſo erhält man dadurch eine tropfbar flüſſige ſchweflichte Säure.

An der Luft zieht dieſe Säure allmählich Oxygen in ſich, und wird vollkommene Schwefelſäure.

268. Ein Mittelgrad der Säuerung und geringere Flüchtigkeit zeigt ſich an dem Theile der Schwefelſäure, welcher bey dem (265.) beſchriebenen Prozeſſe, weiße, nicht dampfende, zu erhalten, in die Vorlage übergeht. Dieſe iſt in der Kälte feſt, raucht aber an warmer Luft ungemein ſtark, erhitzt ſich mit Waſſer, und bildet damit verdünnte Schwefelſäure. Das Eiſen in dem Vitriole hat bey der Bereitung der Schwefelſäure einen Antheil von Oxygen ſich zugeeignet, wodurch eine Portion unvollkommener Säure entſtanden iſt. Das Oxygen iſt in der Säure nicht gemiſcht, ſondern chemiſch verbunden, welches in verſchiedenen Graden neben einander Statt hat.

Es iſt daher der Zuſtand der freyen Schwefelſäure dreyfach, fixer, dampfförmiger, gasförmiger.

269. In ganz trocknem Zuſtande iſt die vollkommene Schwefelſäure nur in der Verbindung mit andern Subſtanzen vorhanden. Mit dem Pflanzenalkali giebt

sie vitriolisirten Weinstein (Sulfate de potasse, Kali sulfuricum); mit Mineralalkali Glaubers Wundersalz (Sulfate de Soude, Natrum sulphuricum); mit flüchtigem Alkali Glaubers geheimen Salmiak (S. d'Ammoniaque, A. sulphuricum); mit der Kalkerde Gyps, Selenit (S. de Chaux, calx sulphurica); mit Magnesia Bittersalz (S. de Magnesie, M. sulphurica); mit der Thonerde, wenn Pflanzenalkali (nicht Mineralalkali) oder Ammoniak zugesetzt wird, Alaun (Alumen); mit der Schwererde Schwerspath (S. de Baryte); mit den Metallen Vitriole.

270. Alle Metalle, außer Platina und Gold, werden von starker Schwefelsäure, mit Beyhülfe der Erhitzung, aufgelöset, wobey sich schweflichtsaures Gas entbindet, indem das Metall der Säure einen Theil ihres Oxygens entzieht. Verdünnte Schwefelsäure wirkt auf Eisen und Zink mit Heftigkeit, wobey aber das Wasser, nicht die Säure, zersetzt wird. Es entbindet sich aus dem Wasser entzündbare Luft, und das Oxygen desselben tritt an das Metall.

Wenn ganz entwässerte Schwefelsäure, wie sie in den zerfallenen (verwitterten) schwefelsauren Mittelsalzen enthalten ist, mit einem unedlen Metalle (vorzüglich Eisen und Zink) geglühet wird, so wird die Schwefelsäure alles Oxygens durch das Metall beraubt, und wird wieder Schwefel.

271. Die Verbindungen der unvollkommenen Schwefelsäure (schweflichten Säure) mit Alkalien und Erden unterscheiden sich von denen der vollkommenen durch die Form der Krystallisation, durch den schwefelichten Beygeschmack und das Verhalten in der Glühhitze. Man bezeichnet sie durch das Wort Sulfite, als Sulfite de Soude, Sulfite de Chaux.

272.

272. Die **Phosphorsäure** entsteht aus dem Phosphor *) durchs Verbrennen, wie die Schwefelsäure aus dem Schwefel. Die Erscheinung ist hier noch deutlicher, da der Phosphor sich weit länger brennend erhält, als der Schwefel. Man bringe ein wenig Phosphor unter einen trocknen, mit Lebensluft gefüllten, und mit Queckſilber gesperrten Glascylinder, und zünde den Phosphor mittelst eines Brennglases an, so verbrennet er sehr schnell und äußerst lebhaft mit weißem Dampfe, der sich an der Fläche des Glases und auf dem Queckſilber zu weißen Blumen verdichtet, die sauer sind, und an der Luft bald zerfließen. Ist der Cylinder mit Wasser gesperrt, so wird dieses sauer durch die verschluckten Dämpfe. Bey dem Verbrennen steigt das Queckſilber oder das Wasser in dem Gefäße empor, da die Luft in denselben abnimmt. Lavoisier hat gefunden, daß 100 Gewichttheile Phosphor beym Verbrennen 154 Gewichttheile Lebensluft verzehren, und 254 Theile feste Phosphorsäure geben, so daß die Zunahme der erhaltenen Säure an Gewicht dem Gewichte der verzehrten Luft gleich ist. Bey dem Verbrennen in atmosphärischer oder gemeiner Luft ist der Erfolg derselbe. Nur wird, bey hinlänglicher Menge Phosphor, alle reine Lebensluft ganz verzehrt, atmosphärische nur zum Theil, ein Viertel und ein weniges darüber.

273. Bey einer Temperatur, die den Phosphor nicht zur Entzündung bringt, verdampft der Phosphor mit einem weißen Rauche, der im Finstern leuchtet, und einen starken Knoblauchsgeruch hat. Dadurch zerfließt er allmählich zu einer sauren Flüſſigkeit. Der

*) Es wird hier der Kunkelsche oder Brandtische Phosphor verstanden, der aus gebrannten Knochen, und auf andere Art, erhalten wird. S. unten in dem Abschnitte von verbrennlichen Materien.

weiße Dampf ist nämlich unvollkommene Phosphorsäure, welche aus der Luft Wasser anzieht, oder entbindet. Man hat hierbey die Einrichtung so zu machen, daß die entstandene saure Flüssigkeit abfließen könne, damit sie nicht dem Verdampfen oder Verglimmen des Phosphors hinderlich falle, indem sie ihn bedeckt, und die Berührung der Luft hindert. Aus einer Unze Phosphor entstehen durch das Zerfließen etwa drey Unzen Säure. Läßt man Phosphor in einem eingeschlossenen Raume mit atmosphärischer Luft zerfließen, so nimmt die Luft allmählich ab, bis daß nur Stickgas übrig bleibt, worauf das Leuchten mit dem Zerfließen aufhört.

274. Die vollkommene Phosphorsäure (Acide phosphorique) kann als ein fester trockner Körper dargestellt werden, entweder unmittelbar durch das Verbrennen des Phosphors, oder durch Abdampfen des Wassers, worin die erhaltene Säure aufgelöset war. Sie kann geglühet werden, ohne sich zu verflüchtigen. Durch geringe Glühhitze ist sie schmelzbar; erkaltet bekommt sie das Ansehen eines weißen Glases. Im Wasser ist sie leicht und mit Erhitzung auflösbar, auch wenn sie mehrmals geglühet worden, und zieht aus der Luft Feuchtigkeit an. Ihr saurer Geschmack ist sehr stark, nicht unangenehm, mit Wasser verdünnt schmeckt sie etwas wie Schwefelsäure.

275. Die saure Flüssigkeit, die bey dem Verdampfen des Phosphors daraus hervor geht, ist unvollkommene Phosphorsäure (Acide phosphoreux). Sie riecht wie Knoblauch, stößt erhitzt einen weißen, stechenden Dampf aus, und verwandelt sich dabey in vollkommene Phosphorsäure. Bey einer niedrigen Temperatur verbindet sich nur wenig Oxygen mit dem Phosphor, und die Dämpfe enthalten noch

un-

unverwandelten Phosphor, der sich allmählich in Säure verwandelt, durch das aus der Luft aufgenommene Oxygen. Auch die Dämpfe, welche brennender Phosphor ausstößt, enthalten noch unvollkommene Säure, und bekommen durch die Berührung mit der Luft den fehlenden Säurestoff.

276. Aus der Phosphorsäure erhält man wieder den Phosphor, wenn mit der geschmolzenen Säure feines Kohlenpulver vermischt, und das Gemenge in eine irdene Retorte gethan wird, worin es allmählich bis zum Glühen erhitzt wird. In die mit Wasser versehene Vorlage geht nun die Säure theils als ein im Dunkeln leuchtender Dampf, theils als Tropfen über, die unter dem Wasser zu einer zähen weißgelblichen Materie gerinnen. Dieses ist der Phosphor, woraus die Säure gewonnen ward. Die Kohle hat sich ihres Oxygens bemächtigt. Eben so entsteht Schwefel bey der Destillation von Kohlenstaube mit Schwefelsäure.

277. Die Phosphorsäure ist auch ein Bestandtheil der Knochenasche, und darin mit Kalkerde verbunden. Setzt man Schwefelsäure hinzu, so verbindet sich diese mit der Kalkerde, und die Phosphorsäure mit dem Wasser. Durch Auslaugen und Durchseihen zieht man die letztere heraus. Die derselben noch anhängende Kalkerde wird durch kohlensaures Ammoniak (258.) geschieden, welches durch Erhitzung wieder verjagt wird, worauf die reine Phosphorsäure zurück bleibt, welche mit derjenigen, die aus dem Phosphor durchs Verbrennen erhalten wird, völlig überein kommt.

278. Sie ist auch ein Bestandtheil der phosphorsauren Mittelsalze im thierischen Harne, und zeigt sich in der Asche vieler thierischen Stoffe. Auch in vegetabilischen ist sie vorhanden, besonders im Kleber und Eyweißstoffe. Im Mineralreiche ist sie in dem

phosphorsauren Bleyerze und dem Apatit (mit Kalkerde) verbunden. Mit Alkalien, Erden und Metallen geht sie mancherley künstliche Verbindungen ein. Das phosphorsaure Ammoniak (Phosphorsalmiak) besteht aus flüchtigem Alkali und der Phosphorsäure, ein Mittelsalz, das sich natürlich im Harne findet. Wenn dieser durch Verdünstung bis zur Honigdicke gekommen ist, so schießt darin, außer andern Salzen, ein besonderes Salz an, das wesentliche Harnsalz, welches aus phosphorsaurem Ammoniak und phosphorsaurem Mineralalkali besteht.

279. Die Salpetersäure wird durch die Destillation des Salpeters mit starker Schwefelsäure, oder roth gebranntem Vitriol, auch durch andere Zusätze, bey allmählich verstärktem Feuer erhalten. Die Dämpfe, welche bey der Anwendung der Schwefelsäure in die Vorlage übergegangen sind, verdicken sich zu einer rothgelben Flüssigkeit, welche einen sehr auszeichnenden Geruch und sauren Geschmack hat, sehr ätzend ist, und verbrennliche Materien stark angreift. Eine glühende Kohle, in diese dampfende Säure getaucht, wird mit Heftigkeit entzündet. Eis und Schnee erkältet sie beträchtlich. Sie ist nicht feuerbeständig genug, um sich trocken darstellen zu lassen, es müßte denn in sehr großer Kälte seyn.

Diese gefärbte Säure heißt wegen der rothgelben Dämpfe, welche sie ausstößt, rauchende Salpetersäure. Bey der Bereitung mit Vitriol, wozu Wasser in der Vorlage vorgeschlagen wird, erhält man weiße, gar nicht oder nur schwach dampfende Säure. Diese ist das bekannte Scheidewasser (aqua fortis, spiritus nitri).

280. Hieraus sieht man, daß gleich den beiden vorher untersuchten Säuren auch die Salpetersäure zwey-

zweyerley Beschaffenheit hat, eine dampfförmige und eine mehr fixe, und daß die rauchende, farbige Salpetersäure aus beiderley Arten besteht. Wird die rauchende Salpetersäure bey gelindem Feuer destillirt, so entweicht der dampfende Theil, und der Rückstand wird endlich farbenlos, minder flüchtig und mehr sauer. Auch durch allmähliche Vermischung mit Wasser verwandelt sich die rothgelbe Farbe der dampfenden Säure in Grün, Blau, zuletzt in Weiß. Dabey wird die Säure nicht schwächer, sondern vielmehr, mit Rücksicht auf die größere Masse, stärker. Es entsteht dabey Aufbrausen mit beträchtlicher Erhitzung. Das Wasser bemächtigt sich eines Theils der flüchtigen Säure, und macht diesen fixer, wodurch sich Wärmestoff daraus entwickelt.

281. Die stärkste, am wenigsten flüchtige Säure, heißt vollkommene Salpetersäure (Acide nitrique); die flüchtige heißt unvollkommene (Acide nitreux). Die letztere ist immer dampfförmig, und kann nur in sehr großer Kälte (— 10° R.) tropfbar werden.

282. Starke farbenlose Salpetersäure, in gläsernen Gefäßen eingeschlossen, wird durch Erhitzung wieder gefärbt, indem sich zugleich Säurestoffgas (Lebensluft) entbindet. Dieses zeigt, daß die Färbung von einem verminderten Antheile an Säurestoff (Oxygen) herrührt. Die Erhitzung macht die Säure zum Theil dampfförmig.

283. Wenn der Salpeter in einer beschlagenen gläsernen Retorte, die mit dem pneumatischen Wasser-Apparate in Verbindung ist, bis zum Glühen erhitzt wird, so geht viele Lebensluft in den Recipienten über; der Rückstand ist ein alkalinisch saures Salz, woraus die Säure sich durch Essig austreiben läßt, welches zeigt, daß sie sehr schwach ist.

Hieraus erhellt, daß der säurende Stoff der Salpetersäure aus dem Salpeter selbst hergenommen wird, da die Schwefel- und Phosphorsäure ihn bey dem Verbrennen des Schwefels und Phosphors aus der Luft bekommen. Je weniger von diesem Stoffe in der Säure enthalten ist, desto schwächer und flüchtiger ist sie.

284. In eine Entbindungsflasche werde blanker Kupferdrath gethan, und verdünnte vollkommene Salpetersäure darauf gegossen, so wird das Metall mit Aufbrausen aufgelöset, und es tritt vieles Gas in den mit Wasser gefüllten Recipienten. Diese Luftart mischt sich nicht mit dem Wasser, sondern treibt es aus dem Recipienten; sie ist höchst erstickend, löscht eine Lichtflamme gleich aus, ohne brennbar zu seyn, zeigt keine Spur einer Säure, trübt das Kalkwasser nicht, wird von ätzenden Alkalien, Alkohol und einigen andern Flüssigkeiten eingesogen, verwandelt Baumöl in eine feste eisähnliche Masse, widersteht der Fäulniß. Wenn Lebensluft oder gemeine Luft zu ihr gelassen wird, so entstehen rothe Dämpfe, wie von rauchender Salpetersäure, mit Erwärmung (wegen des Überganges zur Dampfform); das sperrende Wasser steigt in dem Recipienten in die Höhe, verschluckt die Dämpfe, und wird zur geschwächten Salpetersäure. Nimmt man ungefähr 2 Maß gemeine Luft auf 1 Maß Salpetergas, so bleibt von jener nur das darin enthaltene Stickgas übrig. Nimmt man Lebensluft, so ist die Röthung und Erhitzung lebhafter; beide Luftgattungen verschwinden, wenn etwa 1 Maß Lebensluft zu 2 Maß Salpetergas genommen ist, so daß das Wasser den Recipienten wieder bis oben anfüllt.

Diese Luftart heißt **Salpetergas** oder salpeterhalbsaures Gas (Gas nitreux). Es ist luftförmige Säure, die durch das aufgelöfete Metall eines großen

Theils

Theils des Oxygens beraubt ist, welches sie durch die Mischung mit atmosphärischer Luft oder Lebensluft, bey dem gehörigen Verhältnisse, wieder erhält.

285. Man erhält sie auch durch Anwendung anderer Metalle als das genannte Kupfer, wie auch des Öls, Weingeistes, Zuckers u. m. Trägt man in erwärmte, mäßig starke Salpetersäure Phosphor in kleinen Stücken ein, so entwickelt sich viel Salpetergas und dampfförmige Salpetersäure; der Phosphor verwandelt sich in Phosphorsäure, von welcher die noch anhängende Salpetersäure durch stärkeres Feuer abgetrieben wird. Der Phosphor nämlich entzieht der Salpetersäure einen Theil ihres Säurestoffs. Auf gleiche Weise entsteht aus Schwefel in rauchender Salpetersäure, nach der Abrauchung der Auflösung, eine concentrirte Schwefelsäure.

286. Salpetergas lasse man eine Zeit lang über angefeuchteter Eisenfeile oder angefeuchteter Schwefelleber, oder salzsaurer Zinnauflösung stehen, so nimmt es im Umfange beträchtlich ab, und wird in eine ganz verschiedene Gasart verwandelt, welche mit Lebensluft oder atmosphärischer Luft keine rothe Dämpfe giebt, zwar erstickend, wie das Salpetergas, ist, aber nicht jede Flamme auslöscht. Eine Wachs- oder Unschlittkerze brennt darin lebhafter, und bricht glimmend so gar in Flamme aus, dagegen brennende Kohle, Schwefel und Phosphor in ihr verlöschen. Von kaltem Wasser wird sie langsam verschluckt, woraus sie durchs Kochen wieder sehr rein hergestellt wird. Das Wasser, wovon sie eingesogen ist, röthet die Lackmußtinctur nicht.

287. Dieses merkwürdige Gas ist von dem Entdecker, Priestley, dephlogistisirte Salpeterluft genannt. Die neuen Chemisten nennen es Oxyde

d'azote gazeux, oxydirtes Salpeterstoffgas, sauerstoffhaltiges Stickgas, Salpetersäurestoffgas. Es ist die Basis der Salpetersäure noch mit sehr wenigem Sauerstoff verbunden. Man erhält es auch durch Auflösungen metallischer Körper in sehr verdünnter Salpetersäure, wobey wahrscheinlich das Wasser zum Theil zerlegt wird, und das Hydrogen (Basis der brennbaren Luft) desselben dem sich entbindenden Salpetergas den größten Theil seines Oxygens entzieht. Dieses erklärt zugleich, warum brennliche Körper, die Hydrogen enthalten, in diesem Gas brennen, andere aber nicht. Jene sind im Stande, das Oxygen, welches es noch enthält, wegzunehmen. Das brennbare Gas kann so gar mit Platzung darin abbrennen.

288. Es ist nun noch übrig, das Radikal oder die Basis der Salpetersäure ausfindig zu machen. Zu diesem Zwecke muß man den Salpeter selbst anwenden, worin die Säure als ein trockner Stoff vorhanden ist, der sich bis zum Glühen erhitzen läßt. Glühender Salpeter entzündet sich plötzlich mit Geräusch, wenn Kohle dazu gebracht wird, geschmolzener durch glühende Kohle. Dieses Ereigniß nennt man das Verpuffen, Detonation. Auch andere verbrennliche Körper und die meisten Metalle bringen mit glühendem Salpeter diese Platzung hervor. Von dem Salpeter bleibt nur das Pflanzenalkali übrig, welches mit der durch den verbrennlichen Körper erzeugten Säure sich verbindet.

289. Um den durch die Verpuffung entweichenden Theil der Salpetersäure aufzufangen, stampfe man ein Gemisch von etwa 4 Theilen Salpeter und 1 Theil Kohlenpulver mäßig angefeuchtet in einen Flintenlauf, bringe das genau verschlossene Ende desselben zwischen glühende Kohlen, und stelle das offene höhere Ende

unter

unter den mit heißem Wasser gefüllten Recipienten. Durch die Glühung der Mischung in dem Flintenlaufe verpufft sie nach und nach, wobey sich viel Gas entbindet. Da dieses, wegen der verbrannten Kohle, zugleich kohlensaures Gas enthält, so wird solches durch Auswaschen mit Kalkwasser abgesondert; das andere ist atmosphärisches Stickgas. In dem Flintenlaufe bleibt kohlensaures Gewächsalkali mit mehr oder weniger unverbrannter Kohle. Die Salpetersäure ist hier ganz verschwunden, und das Sperrwasser zeigt auch keine Spur davon. Das Oxygen ist zur Erzeugung der Kohlensäure und Oxydirung des Eisens verwandt. Stickstoff (Azot, Nitrogen, Salpeterstoff) ist also die Basis der Salpetersäure.

290. Aus dem Gewicht der durch die Verpuffung erzeugten Kohlensäure und der aus dem kohlensauren Alkali ausgetriebenen, läßt sich die Menge des Oxygens in der Salpetersäure berechnen, da das Verhältniß desselben zu der Kohlensäure bekannt ist (72: 100). Lavoisier findet, daß in 1000 Gewichttheilen Salpetersäure enthalten sind 795 Oxygen und 205 Azot.

Nach dem Maße der Verminderung des Oxygens gegen das Azot entsteht dampfförmige Säure, gasförmige Säure und oxydirtes Stickgas.

Salpetergas verwandelt sich in Stickgas, wenn es durch einen glühenden Flintenlauf, der mit der pneumatischen Geräthschaft verbunden ist, getrieben wird.

291. Diese Zerlegung der Salpetersäure wird bestätigt durch die Zusammensetzung derselben. Man hat Lebensluft und atmosphärische Luft in eine mit alkalischer Lauge gesperrte Glasröhre gethan, und elektrische Funken durchschlagen lassen, wodurch die Luft all-

allmählich abnahm, und die Lauge salpetersauer ward. Ein Gemisch von 4 Theilen gemeiner Luft und 4 Theilen Lebensluft verschwand fast ganz. Jene enthält ein wenig über einen Theil Lebensluft. Das Verhältniß der Bestandtheile in der erzeugten Salpetersäure ist ein anderes, als das in (290.) angegebene. Das Stickgas in der gemeinen Luft könnte noch gebundene Lebensluft enthalten. Die elektrische Materie scheint ein Aneignungsmittel beider Gasarten zur Salpetersäure zu seyn.

292. Mit den Alkalien verbindet sich die Salpetersäure genau, und weicht auf dem nassen Wege nur der stärkern Schwefelsäure. Mit Pflanzenalkali giebt sie den gemeinen oder prismatischen Salpeter (Nitrate de potasse) von scharfem, bitterlichen, kühlenden Geschmack; mit Mineralalkali den würflichten oder vielmehr rhomboidalischen Salpeter (Nitrate de Soude); mit Ammoniak den Salpetersalmiak in nadelförmigen Krystallen (N. ammoniacal), der durch bloße Erhitzung verpufft.

293. Der Salpeter wird hin und wieder von der Natur bereitet gefunden, ist aber meistens ein Produkt der Kunst mit Hülfe der Natur, durch schickliche Verbindung thierischer und vegetabilischer verwesender Stoffe mit lockern Erden, besonders kalkhaltigen, unter dem Zutritte der Luft mit gehöriger Befeuchtung. Jene Stoffe geben das Azot, Luft und Wasser das Oxygen her. Die von den Salpeterwänden gewonnene Salpetererde wird mit einem Zusatze von Holzasche ausgelaugt, um die darin befindliche Kalkerde von der Säure mittelst des Pflanzenalkali in der Asche abzuscheiden, und die Säure mit dieser zu vereinigen.

294. Mit der Kalkerde bildet die Salpetersäure ein sehr zerfließliches Salz (Nitrate de Chaux). Es macht

macht den größten Theil des Mauersalpeters aus, der an den Salpeterwänden ausschlägt. Auch andere Erden löset sie leicht auf. Zu der Schwererde hat sie stärkere Verwandtschaft, als zu den andern Erden, und selbst zu Alkalien.

295. Alle Metalle, außer Gold und Platina, werden von der Salpetersäure aufgelöset. Ein Theil der Säure entweicht als Gas; durch den ihr entzogenen Sauerstoff verkalkt sich das Metall, und wird in der übrigen noch unzerlegten Säure aufgelöset. Die meisten Metalle krystallisiren sich mit ihr nach der Abdünstung des Wassers.

296. Die Salzsäure (acidum muriaticum) wird aus dem Kochsalze durch die Destillation mit Schwefelsäure erhalten. Aus dem Gemische entbinden sich mit beträchtlicher Erhitzung weißliche Nebel von einem eigenen sauren und scharfen Geruch. Damit man diese an sich flüchtige Säure in tropfbarer Gestalt erhalte, muß etwas Wasser in der Vorlage vorgeschlagen, oder die Schwefelsäure verdünnt seyn. Sehr concentrirte Säure stößt, wegen ihrer Flüchtigkeit, an der Luft weißliche Nebel aus, und hieß daher sonst rauchender Salzgeist. Ihr Geruch ist saffranartig. Ihre Farbe ist weiß, wenn sie nicht mit fremden Theilen verunreinigt ist.

297. Bringt man die Mündung der Retorte, worin jene Mischung, oder auch statt derselben concentrirte tropfbare Salzsäure ist, unter den Recipienten des Queckſilberapparats, so erhält man die Salzsäure in Gasgestalt (Gas acide muriatique). Dieses Gas wird von kaltem und von warmen Wasser verschluckt, welches dadurch tropfbare Salzsäure wird. Eis schmilzt darin so schnell, als wenn es von einem glühenden Körper berührt würde. Ätzende Alkalien

saugen es schnell ein, und werden dadurch salzsaure Neutralsalze. Thieren ist es tödtlich, und löscht eine Lichtflamme aus. Die Veilchen- und Lackmußtinktur röthet es sogleich. Bey der Mischung mit atmosphärischer Luft entstehen weiße Dämpfe, indem es der Luft Oxygen entzieht, und dadurch dampfförmig wird, wozu auch wässerichte Theilchen aus der Luft kommen mögen. Durch die Mischung mit Ammoniakgas (260.) entsteht ein festes Salz, Salmiak.

298. Der concentrirten Salzsäure wird mehr Oxygen zugesetzt, wenn sie über gepülvertem schwarzen Braunstein (oxydirten Magnesium), da dieses viel Oxygen enthält, destillirt wird. Den dabey sich entwickelnden gelben Dampf fängt man in dem Recipienten der Luftgeräthschaft über heißem Wasser auf, welches das Gas nur langsam verschluckt, dagegen kaltes es schnell in sich aufnimmt. Mit dem Wasser bildet das Gas eine tropfbare sehr starke Säure, die man übersaure, oder sauerstoffhaltige Salzsäure (Acide muriatique oxygéné) nennt. Auf ähnliche Art wird das Gas auch von dem gemeinen salzsauren Gas unterschieden. Das mit Sauerstoff bereicherte Gas ist mehr ein elastischer Dampf, als eine Luftart, da es sich bey der Temperatur des gefrierenden Wassers, oder schon einer höhern, zu gelblichen, spießigen, festen Theilchen verdichtet. Es hat einen strengen, widrigen Geruch, und ist den Lungen sehr nachtheilig, so daß es schon in kleiner Menge heftigen Husten mit Brustschmerzen erregt. Thiere, die hinein gebracht werden, sterben sogleich.

299. Die sauerstoffhaltige Salzsäure, in beiden Gestalten, der luftförmigen und der wasserförmigen, ist die stärkste aller Säuren, da sie alle Metalle oxydirt (verkalkt), selbst Gold und Platina. Aber sie

ist

ist nur dadurch die stärkste, daß das in ihr überschießende Oxygen so schwach mit ihr zusammen hängt. Dadurch entziehen alle Metalle ihr dasselbe, oxydiren sich damit, verwandeln sie selbst in gemeine Salzsäure, in welcher, wenn sie tropfbar ist, die Metalloxyde (metallischen Kalke) leicht auflösbar sind. — Durch die bloße Ausstellung gegen das Sonnenlicht wird aus der tropfbaren sauerstoffhaltigen Salzsäure die reinste Lebensluft wieder abgeschieden, und sie dadurch in gemeine verwandelt. — Durch die schwache Verbindung mit dem Sauerstoffe geschieht es, daß manche Körper sich in dem übersauren Gas von selbst entzünden, wenn sie zerrieben hinein gethan werden, und selbst mit lebhaftem Funkenwerfen verbrennen. Sie entbinden das Oxygen daraus. So geschieht es mit Spießglanzerz, Wißmuth, Zink, so gar mit Goldblättchen, auch mit büchenen Kohlen und Phosphor. Geschwefelte Metalle entzünden sich darin. Der bloße Schwefel nicht. Die Flamme einer Wachskerze verlöscht in diesem Gas nicht, nur wird sie kleiner und schwächer. — Aus eben der Ursache zerstört die sauerstoffhaltige Salzsäure die Farben der meisten Körper so, daß sie durch Alkali nicht wieder herzustellen sind, durch die Verbindung des Oxygens mit dem Pigment, welche dann die Weiße giebt. Dadurch wird sie zum schnellen Bleichen der Leinwand und der Baumwolle benutzt. — Auch verliert das Gas der verstärkten Salzsäure an Salpetergas einen Theil seines Oxygens, daß es dadurch zu gemeiner weißer, dampfförmiger Salzsäure, und dieses zu rother, dampfförmiger Salpetersäure wird.

300. Die Grundlage der Salzsäure ist unbekannt, weil kein Stoff gefunden ist, der das Oxygen davon zu trennen vermöchte. Daß sie Wasserstoff oder Zink seyn sollte, hat keinen Beyfall erhalten.

301. Wenn ein oder zwey Theile ſtarker, farbenfreyer Salpeterſäure mit vier Theilen ſtarker Salzſäure vermiſcht werden, ſo entwickelt ſich unter Erhitzung und Aufbrauſen ſauerſtoffhaltiges ſalzſaures Gas. Das rückſtändige Gemiſch hat eine gelbe Farbe und einen Geruch, wie die überſaure Salzſäure. Es iſt dieſes, was ſonſt Königswaſſer oder Goldſcheidewaſſer hieß. Es oxydirt alle Metalle und löſet ſie auf, wie die verſtärkte Salzſäure, alſo vermöge derſelben Urſache. Die beiden Grundlagen der gemiſchten Säure ſchwächen gegenſeitig ihre Verbindung mit dem Oxygen. Es wird zum Scheiden des Silbers vom Golde gebraucht, weil erſteres darin niederfällt, dieſes aber aufgelöſet bleibt. — Die Pflanzenfarben zerſtört es nicht, alſo iſt nicht freye überſaure Salzſäure darin enthalten.

302. Die Salzſäure macht durch ihre Verbindung mit dem mineraliſchen Alkali das gemeine Kochſalz (Natrum muriaticum, Muriate de Soude), mit dem vegetabiliſchen das ſylviſche Digeſtivſalz der Officinen (M. de Potaſſe), mit flüchtigem Alkali Salmiak (M. ammoniacal). Mit dem Alkali iſt ſie in dem Kochſalze ſo innig verbunden, daß das Salz in anhaltendem Glühefeuer nicht verändert wird. Das Kniſtern des Salzes im Feuer rührt nur von dem verfliegenden Kryſtalliſations-Waſſer her. Mit Kalkerde giebt ſie ſalzſaure Kalkerde (M. de Chaux), ein ſehr zerfließliches, bitter ſchmeckendes Mittelſalz. Es findet ſich im Meerwaſſer und in manchen Salzſoolen, und macht das daraus geſottene Salz zerfließbar und bitterlich, wenn es nicht abgeſondert wird. Die ſalzſaure Talkerde (M. de Magneſie) iſt ein ſehr bitteres, ſehr leicht zerfließendes Mittelſalz, welches in Geſundbrunnen, Salzſoolen, und beſonders

ders im Meerwasser angetroffen wird, im letztern vorzüglich die Bitterkeit verursacht. Mit andern Erden geht die Salzsäure auch Verbindungen ein. Mit der Schwererde ist sie am nächsten verwandt, näher noch als mit Alkalien.

Die Verbindungen der übersauren Salzsäure mit Alkalien und Erden unterscheiden sich wesentlich von jenen. Die oxydirt salzsauren fixen Alkalien verpuffen mit Kohlenstaub im Feuer auf eine gefährliche Art.

303. Auf brennbare Körper wirkt die Salzsäure gar nicht; Öle werden durch die concentrirte nur verdickt; durch die übersaure schneller und stärker. Die meisten Metalle löset die gemeine entweder gar nicht, oder nur schwach auf; Eisen, Zinn und Zink sind es allein, welche sie leicht auflöset. Aber die Oxyde (Kalke) der Metalle löset sie leicht auf, und bildet mit ihnen metallische Salze. Die von ihr nicht auflöslichen Metalle, welche die Salpetersäure aufgelöset hat, fället sie und verbindet sich mit ihren Kalken, z. B. mit dem Kalke des Silbers zu einem weißen, im Wasser nur wenig auflöslichen Salze, das sich im Feuer sehr leicht zu einer bräunlichen halbdurchsichtigen Substanz schmelzen läßt, woher es den Namen Hornsilber erhalten hat.

304. Die Boraxsäure (Acidum boracicum) sonst auch Sedativsalz, wird aus der Auflösung des natürlichen Borax in heißem Wasser durch Zusatz von Schwefelsäure oder einer andern mineralischen erhalten. Durch Abdampfung krystallisirt sie sich in blätterichter silberfarbiger Gestalt. Sie wird selbst durch Glühhitze nicht verflüchtigt, und läßt sich daher zu einer glasähnlichen Masse schmelzen, doch aber auch in dieser Gestalt wieder in Wasser auflösen. An der Luft zerfließt sie nicht. Sie schmeckt kaum merklich

säuerlich, röthet aber doch die Lackmußtinctur. Sie ist schwächer als alle andere Säuren, ausgenommen die Kohlensäure. Ihre Basis ist noch unbekannt.

Diese Säure ist ein Bestandtheil des natürlichen Borax oder Tinkal, der auch Mineral-Alkali enthält, und damit übersetzt ist, weil er die Veilchentinctur grün färbt. Bey Lüneburg wird sie in Gyps mit Kalkerde verbunden (Borate de Chaux) angetroffen, in Würfeln mit abgestumpften Ecken und Kanten.

305. Die Flußsäure (Acidum fluoricum) wird aus pulverisirtem Flußspat oder Fluß (Kalkerde mit dieser Säure) durch die Destillation mit starker Schwefelsäure entbunden. Daß sie eine Säure ist, zeigt ihre Wirkung auf Lackmußtinctur. Ihr unterscheidender Charakter ist, daß sie die Kieselerde, die von keiner andern Säure angegriffen wird, auflöset, daher man, um sie rein zu erhalten, keine gläserne Gefäße, sondern bleyerne oder zinnerne nehmen muß. Sie hat für sich allein nur die Gasform, verbindet sich als Säure leicht mit Wasser, und muß, um als Gas zu erscheinen, in dem Queckſilberapparate aufgefangen werden. Das flußsaure Gas ist erstickend, löscht eine Flamme aus, wird bey Berührung mit gemeiner Luft zu weißem Dampfe (wie salzsaures Gas), trübt das Kalkwasser, indem es den darin aufgelöseten Kalk in flußsauren Kalk verwandelt, der in Wasser unauflöslich ist. Da Glas aus Kieselerde und Alkali besteht, so löset diese Säure es leicht auf. Ist das Gas in einer gläsernen Retorte entbunden, so setzt es in dem Wasser, wozu es gelassen wird, eine kieselichte Rinde ab, welches zeigt, daß Kieselerde durch Verbindung mit einem Gas verflüchtigt werden kann. — Die Grundlage dieser Säure ist noch nicht entdeckt.

Die Wirksamkeit der Flußspatsäure gegen Kieselerde macht sie brauchbar zum Ätzen in Glas, beson-

ders

ders zur Verfertigung der Glasmikrometer. Das Verfahren ist schon seit 130 Jahren bekannt, ob man gleich diese von Scheele entdeckte Säure als eine eigene Säure nicht kannte.

306. Die Arsenikſäure zeigt sich in zweyerley Gestalten. In der einen ist sie das bekannte heftige Gift, der weiße Arsenik, der verdichtete Dampf des erhitzten oder entzündeten Arsenikmetalls. Dieser löset sich in Wasser, in heißem viel leichter als in kaltem, auf, und krystallisirt sich nach der Abdampfung; auch in Weingeist ist derselbe auflösbar. Die wässerige Auflösung ist farbenlos, von schwachem süßlichen Geschmacke, färbt die Lackmußtinctur roth, den Veilchensaft nicht. Der weiße Arsenik ist flüchtig, wie das Arsenikmetall, aber etwas minder; sein Dampf hat eben den knoblauchartigen Geruch, als der Dampf dieses. Mit andern Metallen verbindet er sich im Schmelzfeuer leicht, welches die metallischen Oxyde (Kalke) sonst nicht thun. Aus diesen Umständen erhellt, daß der weiße Arsenik eine Säure ist, die aus der Verbindung des Arsenikmetalls mit dem Oxygen der Lebensluft auf gleiche Art entsteht, wie die Säuren aus Kohlen, Schwefel und Phosphor. Sie ist aber noch eine unvollkommene (acidum arsenicosum), die noch erhöht werden kann.

307. Wenn weißer Arsenik in Salzsäure aufgelöset, und allmählich Salpetersäure zugesetzt wird (Königswasser wirkt zu heftig), so entbindet sich Salpetergas; nach vollendeter Destillation der übrigen unvollkommenen Salpeter- und Salzsäure bleibt eine vollkommene Arsenikſäure (acidum arsenicicum), die auf Kosten der beiden Säuren Oxygen gewonnen hat. Bey mäßigem Glühen ist sie feuerbeständig und schmilzt, bey heftigem Feuer aber in ver-

decktem Tiegel geschmolzen wird sie wieder weißer flüchtiger Arsenik. Diese zweyte Gattung der Arsenikſäure löset sich in zwey Theilen Wasser von mittlerer Temperatur (50° F.) auf, da die erstere 80 Theile erfordert, zerfließt daher an der Luft, röthet die Lackmußtinctur, nicht den Veilchensaft, und ist ein noch stärkeres Gift als der weiße Arsenik.

308. Die vollkommene Arsenikſäure macht mit den Alkalien krystalliniſche Mittelsalze; die unvollkommene mit Gewächs-Alkali nur eine zähe, an der Luft zerfließliche Masse.

Mit dem Schwefel verbindet sich beiderley Arsenikſäure leicht, eben so wie das Arsenikmetall. Das Product ist gelber Arsenik (Operment, auripigmentum) und rother Arsenik (Sandarach, Rauschgelb). Letzterer enthält mehr Schwefel als jener. Diese Mischungen werden auch als natürliche angetroffen.

Die Arsenikſäure löset mehrere Metalle auf, theils reguliniſche, theils ihre Oxyde, wobey die vollkommene zu weißem Arsenik, und weißer Arsenik zu metalliſchem wird.

309. Die Molybdänsäure oder Wasserbleysäure wird aus dem Wasserbley (molybdaenum) durchs Verbrennen, durch Verpuffung mit Salpeter, am vollkommensten durch Abziehen aufgegossener Salpeterſäure erhalten. Das natürliche Molybdän schmilzt in starker Glühhitze, brennt dann mit blauer Flamme, und verwandelt sich in eine gelbliche, harte und spröde Masse, welche sich als Säure beweiset. Sie ist in Wasser auflöslich, erfordert aber von kaltem viel. Die Auflösung ist säuerlich von Geschmack, färbt die Lackmußtinctur roth, fället den Schwefel aus dem Schwefel-Alkali, scheidet das Öl aus Seife, und macht mit

Al-

Alkalien und Erden Mittelsalze. Sie löset die meisten Metalle auf dem nassen Wege auf, auch Silber, und erhält dabey eine blaue Farbe. Die molybdänsauren Alkalien schlagen aus allen Auflösungen saurer Metallsalze das Metall mit Molybdänsäure verbunden nieder, jedes mit einer eigenen Farbe. Einige metallische Auflösungen werden auch durch die Molybdänsäure allein gefällt. Die trockne Säure schmilzt in starker Glühhitze, mit weißem Dampfe, der sich an eine darüber gehaltene Eisenplatte in glänzenden weißen Schuppen anlegt; die erkaltete Masse ist weißgrau und strahlig.

310. Die **Tungsteinsäure** (Schwersteinsäure) oder **Wolframsäure** wird aus dem Tungstein oder dem Wolfram erhalten. Jenes ist Kalkerde mit dieser Säure; dieses enthält nebst dieser Säure Eisenoxyd und Magnesiumoxyd. Das reine Wolframoxyd ist gelb, im Wasser unauflöslich, ohne Geschmack, wird durch Alkalien aufgelöset, und wenn es aus der Auflösung durch Salpeter gefällt ist, in siedendem Wasser auflöslich, und äußert dann die Eigenschaften einer Säure.

311. Die **Chromiumsäure** ist eine neu entdeckte Säure, deren metallische Grundlage **Chromium** heißt. Die vollkommene ist roth, ins Pomeranzenfarbige spielend, unvollkommene ist grün. Die Verbindungen mit andern Säuren, mit Alkalien, Metalloxyden erhalten verschiedene Farben.

312. Die **Kobaltsäure** ist neulich in dem Saffor (geröstetem Kobaltoxyde) entdeckt, welches sie als einen seiner Bestandtheile enthält. Ihre Auflösung im Wasser wird rosenroth bey langsamer Abdampfung, farbenlos bey schneller.

313. Die **Pflanzensäuren** haben alle eine zusammen gesetzte Grundlage, nämlich **Kohlenstoff**

und Waſſerſtoff (Hydrogen, oder die Grundlage der brennbaren Luft). Das Verhältniß derſelben unter einander und gegen das Oxygen (den Säureſtoff) macht den Unterſchied dieſer Säuren aus, es müßte dann noch etwas nicht feſt zu haltendes der Zerlegung entgehen. In den Pflanzen ſind ſie meiſtens mit Alkali verbunden, doch ſo, daß die Säure vorſchlägt. In manchen Früchten ſind mehrere gemiſcht, theils als freye, theils als gebundene Säure. Bey der Deſtillation gehen ſie mit dem in den Pflanzen vorhandenen, oder dem erzeugten Waſſer als eine ſaure Flüſſigkeit (ſonſt ſaurer Pflanzengeiſt genannt) über. Der Rückſtand iſt Kohle. Alle ſind durch Erhitzung zerſtörbar. Sie ſind ſchwächer als die mineraliſchen Säuren, die Boraxſäure und einige einzelne Fälle bey den übrigen ausgenommen.

314. Die weſentlichen Säuren, welche als ſolche in den Pflanzen ſchon fertig, frey oder gebunden, vorhanden ſind, ſind Weinſteinſäure, Sauerkleeſäure, Citronenſäure, Äpfelſäure, Gallusſäure, Benzoeſäure. Die Eſſigſäure iſt meiſtens ein Produkt der Gährung. Die vier zuerſt genannten ſind weniger flüchtig als Waſſer.

315. Die Weinſteinſäure (Acidum tartaricum) wird aus dem Weinſtein (253.) gezogen. Der unreine Weinſtein (Tartarus) aus Weinfäſſern wird durch wiederholtes Auflöſen in Waſſer, Durchſeihen und Kryſtalliſiren gereinigt. Den gereinigten Weinſtein nennt man Weinſteinrahm (Cremor Tartari) und Weinſteinkryſtalle, die nur in der Größe der Kryſtalle verſchieden ſind. Sie enthalten Pflanzenalkali mit überſchießender Säure. Das Alkali wird durch gebrannte Kalkerde (von Kohlenſäure freye) geſchieden, die mit der Säure zu Boden fällt. Durch zugeſetzte ge-

gewässerte Schwefelsäure wird die Weinsteinsäure frey, und geht ins Wasser, woraus sie durch Abdampfen in weißen, an der Luft beständigen, rautenförmigen Krystallen dargestellt wird. Der Geschmack ist sehr sauer.

Die Weinsteinsäure ist theils frey, theils mit Pflanzenalkali gebunden in dem Safte der Weintrauben, Johannisbeeren, Himbeeren, Maulbeeren u. a.

316. Mit dem Gewächsalkali giebt diese Säure das weinsteinsaure Gewächsalkali (Kali tartaricum, Tartarate de potasse) in länglicht vierseitigen Tafeln, sehr leicht auflöslich in Wasser. Durch die gehörige Sättigung mit Säure unterscheidet es sich von dem Weinsteine. Das weinsteinsaure Mineralalkali (Natrum tartaricum, Tartarate de Soude) krystallisirt sich in sehr feinen Nadeln oder zarten Blättchen, und ist weniger auflöslich als jenes. Weinstein mit Mineralalkali ist das Polychrestsalz des Seignette, ein dreyfaches Salz. Mit der Kalkerde ist die Weinsteinsäure näher verwandt, als Salpeter- und Salzsäure. Die weinsteinsaure Kalkerde ist in Wasser beynahe unauflöslich.

317. Den Zink löset die Weinsteinsäure in Menge und mit Aufbrausen auf, das Eisen in gelinder Wärme, Bley, Kupfer und Zinn schwach, von andern Metallen nur ihren Kalk. Den Kupferkalk schlägt sie aus der Auflösung in den drey stärksten mineralischen Säuren nieder, und macht mit denselben ein weinsteinsaures Kupfersalz, desgleichen vermuthlich das braunschweigische Grün ist.

318. Die Sauerkleesäure (Acidum oxalicum) wird aus dem Sauerkleesalze erhalten, welches ein wesentliches Salz in dem Sauerklee und Sauerampfer ist, worin die Säure vorsticht. Ein Verfahren dazu ist dem für die Weinsteinsäure gebrauchten ähn-

ähnlich, nur daß anstatt der Kalkerde Schwererde genommen werden muß. Man erhält diese Säure auch aus vielen vegetabilischen Stoffen, besonders dem Zukker, wenn Salpetersäure darüber abgezogen wird, wodurch jene viel Oxygen erhalten. Eben dadurch wird auch Weinsteinsäure in Sauerkleesäure verwandelt.

Diese Säure, welche auch Zuckersäure heißt, ist in der Siedhitze des Wassers nicht flüchtig, läßt sich daher durch Abdampfung ihrer wässerigen Auflösung krystallinisch darstellen. Sie schmeckt sehr sauer, verdünnt angenehm. Zu der Kalkerde hat sie eine genaue Verwandtschaft, so daß sie aus der Verbindung mit derselben selbst nicht durch Schwefelsäure getrieben wird, weswegen die Kalkerde nicht zur Scheidung der Säure gebraucht werden kann. Daher dient diese Säure zur Entdeckung der Kalkerde in den Wässern.

Eisen und Zink löset sie mit Aufbrausen auf; Zinn, Kobalt und Braunsteinmetall löset sie auch auf; Kupfer greift sie nur schwach an, das Bley kaum.

319. Die Citronensäure (Acidum citricum) wird aus dem Safte der Citronen durch Auspressung, Filtrirung, Sättigung mit Kreide, und Zusetzung der Schwefelsäure gewonnen. Durch die Abdampfung des Wassers wird sie in krystallinischer Form erhalten. Der Citronensaft enthält noch eine der Essigsäure ähnliche Säure, die sich mit der Kreide zu einem leicht auflöslichen Mittelsalze verbindet, dagegen die citronensaure Kalkerde fast unauflöslich ist. Durch Abziehen der Salpetersäure über der Citronensäure wird diese in Sauerkleesäure verwandelt.

320. Die Aepfelsäure (Acidum malicum) wird aus dem Safte saurer Äpfel erhalten. Dieser wird mit Kreide gesättigt. Da die äpfelsaure Kalkerde im Wasser aufgelöset bleibt, so wird sie durch Zusatz von Al-

Alkohol (concentrirtem Weingeist) niedergeschlagen, worauf durch Schwefelsäure die Äpfelsäure geschieden wird. Durch Abdampfen krystallisirt sie sich nicht. Durch Abziehen weniger Salpetersäure wird sie in Sauerkleesäure verwandelt. Sie scheint dieser am nächsten zu stehen.

Diese Säure ist auch in einigen Kirschen, in Berberizen, Schlehen u. m. mit Citronen- oder Weinsteinsäure gemischt. Mehrere Pflanzen enthalten äpfelsauren Kalk.

321. Die Gallusäure (Acidum gallicum) wird aus den Galläpfeln gezogen. Da diese auch harzige Theile enthalten, so müssen solche durch Anwendung von Alkohol, als dem Auflösungsmittel für Harze, geschieden werden. Der Auszug mit Alkohol wird abgedampft, und dann mit Wasser verdünnt, welches den zusammen ziehenden Stoff, nicht aber das Harz, aufnimmt. Der abgedampften wässerigen Auflösung wird aufs neue Alkohol zugesetzt, um die übrigen Harztheilchen aufzulösen, worauf man jenen Prozeß wieder vornimmt. Die Gallussäure hat einen sauren zusammenziehenden Geschmack, ist flüchtig, und sublimirt sich in kleinen Nadeln oder Schuppen, verbindet sich mit Alkalien und Erden, fället den Schwefel aus seiner Verbindung mit dem Pflanzenalkali, wird in Wasser, Alkohol, Naphtha und ätherischen Ölen aufgelöset. Durch Anwendung von Salpetersäure wird sie in Sauerkleesäure verwandelt.

Die Gallussäure findet sich in vielen Pflanzen, in allen Theilen der Eiche, in Schmack, der Chinarinde, Thee u. m.

322. Neuerlichst ist entdeckt, daß in diesen Vegetabilien mit der Gallussäure noch ein anderer Stoff genau verbunden ist, von dem eigentlich ihre Wirk-

samkeit bey der Bereitung des Leders entsteht, der daher benannte Gerbestoff (franz. Tannin). Dieser hat einen bittern, nicht unangenehmen Geschmack, ist im trocknen Zustande eine feste bräunliche Masse, im Wasser und Alkohol auflöslich. Alle Metalloxyde werden entweder durch beide, die Gallussäure und den Gerbestoff, oder durch eines von ihnen, aus ihren Auflösungen in Säuren niedergeschlagen. Das Eisenoxyd wird aus dem grünen Vitriol durch den Gerbestoff nicht, nur durch die Gallussäure, gefällt. Eine Auflösung thierischen Leimes wird durch eine wässerige Auflösung des Gerbestoffs zu einer festen elastischen Masse.

323. Die Benzoesäure wird aus dem Benzoe, dem Harze eines ostindischen Baumes (Croton Benzoë), auf dem trocknen und nassen Wege erhalten. Geschmolzen giebt es einen weißen, stechenden Dampf, der in einer Papiertute sich zu weißen glänzenden Nadeln verdichtet. Kalkwasser zieht durch Kochen die Säure heraus, die darauf vermittelst gemeiner Salzsäure von dem Kalke geschieden wird. Aus der langsam erkaltenden Auflösung schießt die Benzoesäure in nadelförmigen Krystallen an. In kaltem Wasser ist sie schwer auflöslich. Bey der Temperatur des kochenden Wassers verdampft sie merklich. Mit Salpeter verpufft sie. Der Geschmack ist schwach sauer, oder vielmehr süßlich scharf. Den Veilchensaft röthet sie kaum, aber die Lackmußtinctur. Wahrscheinlich hat sie dieselben Bestandtheile, wie die andern Pflanzensäuren, nur in andern Verhältnissen.

Diese Säure findet sich auch im Zimmt, den Schoten der Vanille, im Storax, im Balsam von Tolu.

Wenn reichliche Salpetersäure wiederholt über Kampfer abgezogen wird, so entsteht eine mit der Benzoesäure überein kommende, die auch eine für sich verschiedene seyn mag.

324.

324. Die Essigsäure entsteht aus vegetabilischen Körpern durch die saure Gährung (225.), indem die säurefähigen Grundlagen, Zuckerstoff, Gummi, mehr Oxygen aus der Luft aufnehmen. Durch die Destillation wird der Essig von den fremden, nicht flüchtigen Theilen befreyet, aber nicht verstärkt. Der destillirte Essig ist reine Essigsäure. Diese wird durchs Gefrieren größten Theils entwässert, mehr, wenn sie mit einem fixen Alkali zu einem trocknen Neutralsalze gemacht, und dann aus diesem durch entwässerte Schwefelsäure, oder noch besser durch ein mit dieser Säure übersättigtes Pflanzenalkali ausgetrieben wird. Dadurch erlangt sie einen durchdringendern Geruch, und krystallisirt sich bey + 38° F. Erwärmt ist sie nun entzündbar, und brennt mit einer bläulichen Flamme.

Die Essigsäure hat die Bestandtheile wie die schon beschriebenen Pflanzensäuren, aber in andern Verhältnissen, ohne Zweifel mehr Wasserstoff. Wenn sie durch ein glühendes irdenes oder gläsernes Rohr getrieben wird, so entwickelt sich Wasserstoffgas und kohlensaures Gas. Das Verbrennen mit bläulicher Farbe deutet auf viel Wasserstoffgas.

325. Mit den Alkalien bringt die Essigsäure Salze hervor, die in der Arzeneykunst gebraucht werden, mit dem Gewächsalkali die so genannte blätterige Weinsteinerde (Acetite de potasse), von einem stechenden Geschmacke, formlos, oder nur in dünnen Blättern; mit dem Mineralalkali ein Salz in langen Krystallen, essigsaures Mineralalkali (A. de Soude); mit flüchtigem Alkali den Spiritus Mindereri (A. d'Ammoniac). Durch die Verbindung mit den Erden entstehen auch gewisse erdichte Salze.

Die Essigsäure wirkt in Dampfgestalt stark auf Kupfer und Bley, in tropfbarer löset sie dieselben nur lang-

langsam auf. Eisen und Zink löset sie auf mit Entbindung von brennbarem Gas. Zinn löset sie langsam auf. Aus essigsaurem Kupfersalze entbindet sich durch Destillation eine Essigsäure, die flüchtiger, stärker riechend und saurer ist, als die gemeine, auch entzündbar. Sie ist aber kupferhaltig.

326. Zu den **thierischen Säuren** gehören ausser der schon (272. ff.) beschriebenen Phosphorsäure, wenn man sie zu ihnen rechnen will, die Ameisensäure, die Raupensäure, die Fettsäure, die Milchzuckersäure, die Blausäure.

327. Die **Ameisensäure** wird aus den Ameisen durchs Auspressen oder Aufguß heißen Wassers erhalten. Sie hat einen stark sauren, nicht unangenehmen Geschmack, und ist der Essigsäure ähnlich. Die Verbindungen beider mit dem Gewächsalkali kommen auch ganz überein, aber doch nicht die mit Kalkerde und Talkerde.

328. Die **Raupensäure** ist in einer Feuchtigkeit befindlich, welche in den Puppen der Seidenraupen in einem Behältnisse nahe beym After angetroffen wird. Auch in andern Insekten hat man freye Säure gefunden.

329. Die **Fettsäure** wird aus dem thierischen Fette durch Destillation gezogen. Sie hat einen beißenden, fast erstickenden Geruch, mit einem scharfen, aber mäßig sauren Geschmack. Die Verbindungen mit Alkalien, Erden und Metallkalken kommen fast mit denen überein, welche die Essigsäure mit denselben eingeht.

330. Die **Milchzuckersäure** entsteht aus dem Milchzucker (220.), wenn darüber Salpetersäure abgezogen wird. Dadurch wird dem Milchzucker Oxy-

gen

gen zugesetzt, und es entsteht dabey theils Sauerkleesäure, theils Milchzuckersäure. Jene löset sich in Wasser auf, diese nur sehr schwer. Sie hat die Bestandtheile wie Pflanzensäuren, mit etwas weniger Kalkerde.

331. Die Blausäure ist eine Säure mit vierfacher Grundlage, nämlich Wasserstoff (Hydrogen), Kohlenstoff, Salpeterstoff (Azote) und Phosphor mit Oxygen. Sie wird aus diesen Stoffen zusammen gesetzt, wenn animalische Körper, die insbesondere Kleber (Colla) und Eyweißstoff enthalten, in einem bedeckten Tiegel mäßig geglüht werden, wobey man, um die zu flüchtige Säure zu binden, Gewächsalkali zusetzt. Der ausgelaugte Rückstand der Mischung ist blausaures Alkali. Zu dem Prozeß pflegt man getrocknetes und gepülvertes Rindsblut zu nehmen. Die mit Alkali gesättigte Lauge (sonst Blutlauge) schlägt die Metalle aus den Auflösungen in Säuren nieder, vermittelst einer doppelten Wahlanziehung. Z. B. das blausaure Alkali werde zu schwefelsaurem Eisenoxyd (Eisenvitriol) gesetzt, so verbindet sich die Blausäure mit dem Eisenoxyde, und das Alkali mit der Schwefelsäure. Das erstere ist die schöne, so dauerhafte Farbe, Berlinerblau. Daher heißt die Säure Blausäure, auch preußische Säure (Acide prussique). Sie ist der färbende Stoff in dem Berlinerblau.

332. Bey der Verkohlung der thierischen Substanzen in Verbindung mit dem Alkali wird das letztere nicht ganz mit der Säure gesättigt. Das freye macht den Niederschlag des Eisens schmutzig grün. Es läßt sich aber durch Zusatz verdünnter Schwefelsäure binden und unwirksam machen. Alaun dient auch dazu. Um ein blausaures Alkali zu erhalten, das mit seiner Säure ganz gesättigt ist, setzt man zu dem verkäuflichen

chen Berlinerblau eine alkaliſche Lauge, welche den färbenden Stoff entzieht, und das Eiſenoxyd zurück läßt. Dieſe fällt das Eiſen aus ſeinen Auflöſungen in Säuren ſogleich ſchön blau.

Die Auflöſung des ſo zubereiteten blauſauren Gewächsalkali iſt gelblich, hat einen Geruch und Geſchmack ähnlich dem von bittern Mandeln.

333. In der Glühhitze wird das Berlinerblau zerſetzt, giebt Waſſerſtoffgas, kohlenſaures Gas und Ammoniak, im Rückſtand phosphorhaltiges Eiſenoxyd. — Das blauſaure Alkali wird durch wiederholtes Abdeſtilliren ſtarker rauchender Salpeterſäure in phosphorſaures Alkali verwandelt. Hier zeigen ſich die anfangs angegebenen Beſtandtheile.

Das zufällig um das J. 1710 entdeckte Berlinerblau iſt den Chemikern ein ſchweres Räthſel geweſen, welches ſie nur nach und nach aufgelöſet haben. Den charakteriſtiſchen Beſtandtheil, den Phosphor, hat erſt zuletzt ein Deutſcher, Weſtrumb, ausgefunden.

334. Die **Bernſteinſäure** erſcheint bey der trocknen Deſtillation des Bernſteins theils als ein feſtes Salz, theils als ſaure Flüſſigkeit, die mit ölichten Theilen übergeht. Sie kryſtalliſirt ſich aus der Auflöſung in heißem Waſſer durch Abkühlung, iſt flüchtig, ſehr ſauer, und wird durch die drey ſtärkſten mineraliſchen Säuren nicht verändert. Mit Alkalien und Erden bildet ſie beſondere Mittelſalze.

III. Die einfachen Erden.

335. Die **Kalkerde** iſt über dem Erdboden ſehr ausgebreitet. Ganze Gebirge und Gebirgeslager beſtehen aus Kalkſtein. In dieſen iſt die Kalkerde mit Kohlenſäure verbunden. Dieſe und das darin feſt gewordene Waſſer wird durch Feuer heraus getrieben.

den *). Die dadurch erhaltene reine Kalkerde (lebendiger Kalk) ist leichter als die rohe, mürbe, von brennendem Geschmacke, ätzend, färbt den Veilchensaft grün, löset sich in Säuren, ohne Aufbrausen, aber mit vieler Erhitzung, auf. Wird Wasser auf den gebrannten Kalk gegossen, so zerfällt er mit Geräusch und starker Erhitzung, bey einer gerade hinreichenden Menge Wasser zu einem feinen Brey oder gelöschtem Kalke. Ein Pfund Kalk kann bis 9 Loth Wasser einsaugen.

Gießt man vieles Wasser (680 Theile auf 1 Theil Kalk) auf den gebrannten Kalk, so löset er sich darin ganz auf. Die Auflösung, das Kalkwasser, verhält sich wie die eines Alkali. An der freyen Luft entsteht auf der Oberfläche ein Häutchen (Kalkrahm), welcher als roher Kalk niederfällt. An der freyen Luft zerfällt der gebrannte Kalk, nimmt an Gewicht zu, und wird mit der Zeit wieder milde oder rohe Kalkerde. Ein Übermaß von Kohlensäure macht die Kalkerde in Wasser auflöslich, daher sie im Brunnenwasser und in vielen Sauerbrunnen befindlich ist. Durch Erhitzung wird sie niedergeschlagen, und setzt sich (als Pfannenstein) in den Kesseln an.

336. Nach der Verbindung der Kalkerde mit der Kohlensäure ist die mit der Schwefelsäure (Gyps) in der Natur am häufigsten. Die Verbindungen mit andern Säuren sind in dem vorhergehenden Artikel angeführt.

Mit Phosphor und Schwefel vereinigt sich die Kalkerde leicht. Der Phosphor wird in eine gläserne Röhre, mit zerkleinerter Kalkerde darüber, gethan,

*) Nach Bergmanns Versuchen waren in 100 Unzen reinen Kalkspats enthalten 55 Unzen Kalkerde, 11 Unzen Wasser, und 34 Unzen Kohlensäure.

than, und damit ins Feuer gebracht. Schwefel und Kalk werden gepülvert in einem Tiegel mit einander vereinigt. Oder man thut zu sehr lebendigem Kalk und gepülvertem Schwefel Wasser, wobey aber dieses zersetzt wird, so daß Wasserstoff an jene Mischung tritt.

In sehr heftigem Feuer ist die Kalkerde unveränderlich und unschmelzbar; nur in dem Brennpuncte eines großen Brennglases wird sie weich.

337. Die Thonerde ist ebenfalls in großen Massen über dem Erdboden verbreitet. In diesen ist gewöhnlich mehr Kieselerde als Thonerde, mit andern zufälligen oft färbenden Beymischungen. Die reine Thonerde ist die Grunderde des Alauns, und in diesem mit der Schwefelsäure übersättiget. Sie wird daher zum Unterschiede oft Alaunerde (fr. Alumine) genannt. Aus der Auflösung des Alauns in Wasser wird durch Zusetzung eines Alkali die Alaunerde niedergeschlagen. Diese erscheint in zerreiblichen Brocken, oder als ein weißer, sehr feiner, sanft wie fettig anzufühlender Staub, hat keinen besondern Geschmack, klebt an der Zunge, und macht sie trocken mit einiger Zusammenziehung. Mit Wasser befeuchtet hat sie einen eigenthümlichen Geruch, der sich schon äußert, wenn man nur darauf haucht. Im trocknen Zustande zieht sie das Wasser schnell ein, und wird schlüpfrig, bey genugsamer Menge teigig, so daß sie jede Form annimmt. Das Wasser hält sie so an sich, daß es nicht durchsikkern kann. Durch schnelles Austrocknen wird sie rissig, theilt sich blättericht, oder zerklüftet sich in prismenähnliche Stücke fast wie die Basaltsäulen, so wie sie auch manchen Thonerden das schiefrige Gefüge giebt. Sie trocknet schwer, und läßt kaum in der Glühhitze den letzten Tropfen Wasser fahren. Mit Wasser zu einem Teige geknetet, an der Luft getrocknet, und darauf

auf ins Feuer gebracht, zieht sie sich zusammen, wird in starkem Feuer halb verglaset, und kieselhart, so daß sie mit dem Stahl Funken giebt. Sie schmilzt nur in der größten Hitze, vor dem Schmelzrohre durch Hülfe der Lebensluft, und fließt zu einem weißen milchfarbenen Kügelchen.

Diese Eigenschaften der Thonerde sind mehr oder weniger in denen gemischten Erd- und Steinarten anzutreffen, welche man im engern Verstande thonige nennt.

338. Mit den Säuren verbindet sich die Thonerde, und macht mit ihnen Mittelsalze, von welchen einige in Wasser auflöslich und krystallisirbar sind. Die merkwürdigste Verbindung ist die mit der Schwefelsäure, der Alaun, von süßlich herben, zusammenziehenden Geschmack, worin die Säure vorschlägt. Die Krystalle dieses erdigen Salzes sind Oktaedra, d. i. zwey mit ihren Grundflächen zusammengesetzte vierseitige Pyramiden. Es ist in kaltem Wasser schwer auflöslich, in siedendem leicht. Durch trockene Erhitzung verliert der Alaun sein Krystallisationswasser, fast die Hälfte seines Gewichts. Der meiste Alaun wird durch die Kunst, am gewöhnlichsten aus den Alaunschiefern, bereitet. Dabey wird Aschenlauge zugesetzt. Dieses ist nöthig, weil reine Alaunerde und Schwefelsäure allein keinen Alaun geben. Flüchtiges Alkali (im Harne) dient auch zu diesem Zwecke, aber nicht das Mineralalkali.

339. Die Alaunerde schmilzt mit feuerbeständigem Alkali nicht, löset sich aber in starken alkalischen Laugen auf, und wird daraus durchs Abdampfen krystallisirt. Die Säuren fällen sie aus der Auflösung.

340. Mit den metallischen Oxyden verbindet sich die Alaunerde unter allen Erden am leichtesten. In starkem Feuer schmilzt sie mit ihnen zu mehr oder weniger glasartigen Fritten, dergleichen die Glasuren gemeiner Töpferwaaren sind. Auch auf dem nassen Wege entstehen sehr dauerhafte Verbindungen beiderley Materien. Die Ocherarten sind dergleichen. Der Kunst dienen sie in der Oel- und Pastelmahlerey, und zur Färberey. Die Alaunerde schützt die Farben vor Entfärbung und Veränderung durch Licht und Luft.

341. Die Kieselerde ist im Bergkrystall, Quarz, Kieselsand am reinsten enthalten, aber auch hierin noch mit fremden Theilen gemischt. Keine Säure greift sie auf dem nassen Wege an, außer die Flußspathsäure; die Phosphorsäure und Boraxsäure verbinden sich mit ihr nur durch Schmelzung. Ein feuerbeständiges Alkali, zu gleichen oder zu zwey Theilen Kieselerde aus den gedachten Erden gesetzt, schmilzt in starker Hitze damit zu Glase. Vieles Alkali macht das Glas weich, und in Säuren auflöslich; solches verliert schon an der Luft von seinem Glanze oder verwittert, z. B. buntfärbig gewordene Fensterscheiben. Da vier Theile gereinigter Pottasche mit einem Theile Quarzsand zu einer im Wasser auflösbaren Masse, der Kieselfeuchtigkeit (207.), schmelzen, so läßt sich durch eine Säure hieraus die Kieselerde niederschlagen, und ganz rein erhalten. Diese, welche die Chemisten zu ihren Untersuchungen gebrauchen, ist ein weißer, sehr feiner, geruch- und geschmackloser Staub, dessen kleinste Theile noch scharf anzufühlen sind. Sie ritzen die Oberhaut der Finger beym Reiben, ohne sich anzuhängen. Auf der Zunge sind sie rauh und trocknend. Im Feuer ist die Kieselerde ganz unveränderlich. Sehr zerkleinert ist sie im Wasser auflöslich oder we-

wenigstens mischbar. Die Natur löset sie gewiß auf; dadurch werden Quarzkrystalle und Tropfsteine gebildet.

Mit den meisten metallischen Oxyden geht sie Verbindungen ein, mit einigen auf dem nassen Wege. So verstärkt Eisenoxyd die bindende Kraft des Mörtels. Mit den meisten vereinigt sie sich nur durch Schmelzung, wodurch die harten und farbigen Glasflüsse oder künstlichen Edelgesteine, auch der Schmelz (Email), und die Pigmente zur Porzellan- und Schmelzmahlerey hervorgebracht werden.

342. Die Talkerde (Magnesia, Bitterſalzerde) wird theils nur als ein Bestandtheil in den Steinarten des Talkgeschlechts, z. B. Talk, Serpentin, Speckstein, gefunden, theils macht sie einen Grundtheil des Bitterſalzes aus, welches aus den Bitterwassern durchs Abdampfen gewonnen wird. In diesem ist sie mit Schwefelsäure verbunden, und wird durch den Zusatz eines milden Alkali niedergeschlagen. Von der noch anhängenden Kohlensäure wird sie durch Ausglühen befreyet. Sie ist weiß, locker, zerreiblich wie Stärke, und läßt sich in ein sehr feines Pulver verwandeln. Die gebrannte Talkerde ist nicht ätzend, im Wasser nicht auflöslich, und erhitzt sich nicht damit. Sie zieht Wasser in sich, wie die Alaunerde. In dem heftigsten Feuer ist sie unschmelzbar. Mit allen Säuren geht sie Verbindungen ein, und nimmt aus der Luft allmählich Kohlensäure in sich. In der Arzeneykunst und Chemie ist sie nützlich.

343. Die Schwererde (Barytes) ist in dem Schwerspath mit Schwefelsäure, in dem Witherit mit Kohlensäure verbunden. Sie wird daraus auf mehrere Arten geschieden. Am reinsten wird sie aus dem Schwerspath durch Hülfe der Salpetersäure erhalten.

Diese Erde erscheint gewöhnlich in kleinen, grauen, porösen, ziemlich festen Brocken, von scharfem, brennenden, harnartigen Geschmack. Innerlich genommen ist sie ein schnell tödtendes Gift. Sie zerstört thierische Substanzen. Blaue Pflanzenfarben macht sie stark grün, und greift sogar die färbenden Theilchen selbst an. Besprengt man recht ätzende Schwererde mit Wasser, so erhitzt sie sich mit Wallung und Geräusch, und nimmt im Umfange zu. Hat man hinlänglich Wasser genommen, um sie darin zergehen zu lassen, so krystallisirt sie sich, indem sie sich abkühlt. Die Krystalle zerfallen nach einiger Zeit an der Luft. Die Auflösung in Wasser (20 Th. kaltes) macht den Veilchensaft grün, und entfärbt ihn bald gänzlich; an der Luft setzt sie ein Häutchen ab, von der Kohlensäure, die sie daraus anzieht. Mit allen Säuren vereinigt sie sich leicht, und geht in der Verwandtschaft zu ihnen den Alkalien vor. Ihre salzigen Verbindungen sind unter allen am schwersten zu zersetzen. Vor dem Schmelzrohre und in einem porzellanenen Tiegel schmilzt sie. Alles dieses zeigt, daß die Schwererde ganz alkalinischer Natur, oder vielmehr ein Alkali selbst sey. Auch giebt Fourcroy ihr unter den Alkalien die erste Stelle. Mit dem Phosphor verbindet sie sich leicht durch Erhitzung; den Schwefel löset sie vermittelst heißen Wassers auf, und schmilzt in einem Tiegel mit demselben zusammen.

344. Die Strontionerde ist zuerst in einem Fossil entdeckt, das sich bey Strontion in Schottland findet. Nachher hat man sie auch in Schwerspathen angetroffen. Sie ist der Schwererde sehr ähnlich. Nur ist ihr Geschmack schwächer, und das specifische Gewicht ein wenig geringer. Die Wirkungen der Luft auf sie sind langsamer und weniger stark als auf die

die Schwererde. Gegen Wasser verhält sie sich fast ganz wie diese; nur braucht sie zehnmahl mehr, um aufgelöset zu werden. Die Wirkungen ihrer Auflösung sind dieselben. Die Krystallisation ist verschieden. Die Verbindungen mit Säuren sind zum Theil denen der Schwererde sehr ähnlich, allein sie hat eine schwächere Verwandtschaft zu den Säuren, und steht auch den beiden fixen Alkalien nach. Ihre Auflösung in Alkohol brennt mit schön purpurrother Farbe, der Schwererde mit gelblich weißer. Sie ist nicht giftig. Vor dem Schmelzrohre schmilzt sie nicht wie jene, und wird von einer blendend weißen Flamme umgeben.

Wenn die Schwererde unter die Alkalien gesetzt wird, so gehört die Strontionerde auch dahin. Fourcroy setzt sie nach dem Mineralalkali.

345. Die Zirkonerde ist von Hrn. Klaproth in dem Zirkon aus Zeilan entdeckt, hernach auch in einigen Hyacinthen gefunden worden. Sie wird als ein zartes weißes Pulver, ohne Geschmack und Geruch, daraus erhalten. Vor dem Schmelzrohre wird sie gelblich glänzend, in einem Tiegel nur weich. Darauf wird sie sehr hart, so daß sie Funken giebt und Glas schneidet. In diesem Zustande ist ihr specifisches Gewicht 4,300. Im Wasser ist sie unauflöslich, macht aber durch ihre Anziehung damit eine Gallerte. Mit allen Säuren verbindet sie sich, auf eine unterscheidende Art. Von Alkalien wird sie nicht aufgelöset.

346. Die Glycine (fr. Glucine) ist von Hrn. Vauquelin in dem Beryll und Smaragd entdeckt. Ihr unterscheidender Charakter ist, daß ihre Verbindungen mit Säuren einen süßen Geschmack haben.

Sie selbst ist unschmackhaft. Im Feuer ist sie ganz unschmelzbar.

347. Die Ytererde ist von Hrn. Gadolin in einem Gestein aus dem Ytterbyschen Steinbruche in Schweden entdeckt. Sie unterscheidet sich durch ihre Verbindungen mit Säuren von den andern Erdarten. Sie giebt denselben einen süßen Geschmack, der herbe und zusammenziehend ist.

348. Diese einfachen Erden, die entweder gar nicht oder sehr schwer schmelzen, werden in der Mischung mit einander schmelzbar. Thonerde und Kieselerde bleiben in der Mischung zwar noch sehr strengflüssig, aber durch ein heftiges Feuer vereinigen sie sich zu einem undurchsichtigen Glase. Die reine Thonerde muß wenigstens die Hälfte ausmachen. Durch die verschiedenen Verhältnisse beider werden die verschiedenen Töpferwaaren und Porzellanarten erhalten. Auch auf dem nassen Wege ziehen sich beide einander an, und machen eine Art Mörtel, der sich verhärtet. Thon und Kieselerde dienen durch Mischung zu Gußformen für Metalle. Die Kalkerde verbindet sich mittelst Wassers mit kleinen kieselerdigen Stückchen (Sand, Kieselsteinchen) zu Mörtel, der durch Zusatz von gebrannter Thonerde noch dauerhafter wird.

Kalk und Kieselerde schmelzen zusammen, wenn von jenem wenigstens die Hälfte da ist. Kalkerde, ein Drittheil, schmilzt die Thonerde. Kiesel-, Thon- und Kalkerde zusammen schmelzen noch leichter. Daher sind manche funkengebende Steine, die diese Erden enthalten, schmelzbar.

Die Schwererde verglaset die Kiesel- und Thonerde in heftigem Feuer.

Die Talkerde schmilzt schwer mit Kiesel- oder Alaunerde allein, aber leicht mit beiden zugleich, besonders wenn Kalkerde zugesetzt wird.

Die Zirkonerde ist mit Kalkerde und selbst mit Alaunerde schmelzbar, noch leichter mit beiden zugleich. Die alkalischen Erden sind die wirksamsten Schmelzmittel.

349. In den natürlichen Steinen sind Kieselerde und Thonerde häufig verbunden. Theils sind sie hart, so sehr, daß sie Glas ritzen, und mit dem Stahl Funken geben, ob sie gleich mehr Thonerde als Kieselerde enthalten; theils sind sie zerreiblich, obgleich mehr Kieselerde als Thonerde darin angetroffen wird. Der Sapphir, ein sehr harter Edelgestein, besteht fast ganz aus Alaunerde, ohne alle Kieselerde; so wie Bergkrystall fast ganz aus Kieselerde mit weniger Alaunerde besteht. Härte und glasartiges Ansehen rührt also weder von der einen noch der andern Erdart ausschließend her. In den Töpferthonarten sind 55 bis 65 Procent Kieselerde.

IV. Die Metalle.

350. Die **Metalle** machen eine zahlreiche, sehr wichtige Classe der Mineralien aus. In ihrem einfachsten Zustande unterscheiden sie sich von den übrigen Körpern erstlich durch ihr beträchtliches eigenthümliches Gewicht, da die leichtesten sechs- oder siebenmahl, die schwersten etwa zwanzigmahl so schwer als Wasser sind. Die schwersten Erdarten sind etwas über viermahl schwerer als Wasser. Die Metalle haben einen eigenthümlichen Spiegelglanz von einer andern Art, als polirte undurchsichtige, oder geschliffene undurchsichtige Steine. Die Farbe ist an ihnen etwas eigenthümliches. Auch in den dünnsten Blättchen

sind sie undurchsichtig. Alle sind schmelzbar, einige leicht, andere sehr schwer. Der Uebergang von dem festen Zustande zu dem flüssigen geschieht fast bey allen plötzlich; nur Eisen und Platina werden vor dem Schmelzen merklich weich. Nach der Schmelzung langsam erkaltend nimmt jedes Metall seine eigene Krystallform an. Die meisten Metalle lassen sich mit einander zusammenschmelzen (205.), woraus manche merkwürdige und nützliche Metallgemische entstehen. Mit erdichten Materien verbinden sich die Metalle gar nicht, so wenig als mit den metallischen Oxyden, das Arsenik-Oxyd ausgenommen (306.). Daher sondert sich beym Schmelzen der Erze das Metall oder die Mischung mehrerer Metalle von den fremdartigen Theilen ab, die als eine glasichte Masse, Schlacke, erscheinen. Daher nehmen auch die geschmolzenen Metalle in irdenen Gefäßen eine erhobene Oberfläche an. Einige Metalle sind sehr feuerbeständig, andere sind sehr flüchtig. Sie sind sehr empfänglich für den Wärmestoff, ihn anzunehmen, ihn in ihrer Masse fortzuleiten, und andern Körpern mitzutheilen. Gegen die Elektricität beweisen sie sich unter allen Körpern als die empfänglichsten Fortpflanzungsmittel. Die Metalle sind zum Theil dehnbar, einige in sehr hohem Grade. Die Dehnbarkeit ward ehedem für einen Hauptcharakter der Metalle gehalten, daß man die spröden, nicht hämmerbaren, daher Halbmetalle nannte. Einige sind in ihren kleinsten Theilen sehr zusammenhangend, so daß dünne Drähte große Haltbarkeit haben (169.). Fast alle haben einen besondern Geschmack, nur nicht Silber, Gold und Platina. Die meisten sind ohne Geruch. Doch haben Bley, Zinn und Kupfer, wenn sie gerieben oder erwärmt werden, einen eigenen widrigen Geruch. Der Dampf des Arseniks riecht nach Knoblauch. Der

Ge-

Geruch, den Braunsteinmetall in feuchter Luft erweckt, rührt von der Zersetzung des Wassers und Entwickelung brennbarer Luft daraus her. Sehr merkwürdig ist die Wirkung von zweyerley Metallen, die einen entblößten lebendigen Nerven, oder auch einen Muskel, und zugleich einander selbst berühren.

351. Das bisher angeführte gilt von den Metallen in ihrem einfachsten Zustande, wie man sie, ungemischt oder gemischt, zu Werkzeugen, Gefäßen und Münzen gebraucht. Aber die Metalle sind sehr empfänglich zur Vereinigung mit andern Stoffen, insbesondere mit dem Oxygen, der Grundlage der reinen Lebensluft, gegen welches sie größtentheils eine starke Anziehung haben. Sie nehmen es aus der Luft, dem Wasser, den Säuren in sich auf, jedes nämlich, wenn es diese Körper zu zersetzen fähig ist. Ein metallischer mit Oxygen vereinter Stoff heißt in der neuern chemischen Sprache ein **Metalloxyd**.

352. Die Vereinigung eines Metalls mit Oxygen aus der Luft geschieht mittelst des gehörigen Grades der Erhitzung, und ist eine wirkliche Verbrennung. Platina, Gold und Silber lassen sich auf diesem Wege sehr schwer und nur schwach mit Oxygen verbinden, da sie durch das stärkste, lange anhaltende Ofenfeuer nicht verändert werden. Nur in einer durch Lebensluft verstärkten Hitze, durch die Wirkung eines großen Brennglases oder Brennspiegels, und durch einen starken elektrischen Funken werden sie etwas oxydirt. Die andern Metalle werden durch Erhitzung, beym Zutritt der Luft, in eine lockere, erdartige, glanzlose, oft farbige Masse verwandelt, die in der ehemahligen chemischen Sprache ein **metallischer Kalk** hieß. Durch Schmelzung bey verstärktem Feuersgrade wird diese Masse glasartig, entweder für sich allein, oder in Verbindung mit andern.

353. Hierbey ereignen sich folgende sehr merkwürdige Umstände. 1) Das Gewicht des Oxyds ist größer als das Gewicht des Metalles, woraus es entstanden ist, oft beträchtlich viel, aber das eigenthümliche Gewicht ist geringer. 2) In einem verschlossenen Gefäße kann nur eine gewisse Menge von Metall, nach Maaßgabe des räumlichen Inhalts, oder eigentlich der darin enthaltenen Lebensluft oxydirt werden. 3) Wenn nach beendigter Oxydation das Gefäß geöffnet wird, so dringt die äußere Luft hinein, und die hinzugekommene Luft wiegt so viel, als die Gewichtzunahme des Metalloxyds beträgt. 4) Die in dem Gefäße übrig gebliebene Luft ist zum Athemholen und zur Verbrennung untauglich. Um sie zu prüfen, hat man das Gefäß mit einem Recipienten in dem pneumatischen Apparat zu verbinden.

354. Hieraus erhellt, daß mit dem Metalle aus der Luft ein Bestandtheil, und zwar der zur Unterhaltung des Athmens und des Brennens taugliche Theil, verbunden worden, mit Verlust desjenigen Grundstoffes, wodurch derselbe die luftförmige Gestalt erhielt. Dieses wird dadurch bestätigt, daß in der reinen Lebensluft die Oxydation verstärkt wird. Eine Stahlfeder verbrennt darin mit blendendem Glanze und Funkenwerfen.

355. Einige Metalle, besonders Eisen, Zink und Braunstein, werden auch aus Wasser oxydirt, indem sie es zersetzen, so daß das Oxygen daraus an das Metall tritt, und das Hydrogen oder der Wasserstoff entbunden wird. Schnell und reichlich geschieht dieses, wenn heiße Wasserdämpfe über glühendes Metall geleitet werden. Daher rosten Metalle leicht in feuchter Luft.

356. Ein Metall wird durch eine Säure oxydirt, wenn es zu dem Oxygen der Säure eine stärkere Verwandtschaft, als der Grundstoff der Säure zu demselben hat. Daher wirkt eine Säure nicht auf jedes Metall, oder eigentlicher, ein Metall wirkt nicht auf jede Säure. Bey der Zersetzung der Säure wird entweder der Grundstoff derselben, oder das Hydrogen in dem Wasser der Säure, oder beides zugleich entbunden, meistens in Gasform. Daher rührt das Aufbrausen, welches sich hierbey zeigt. Z. B. das schwefelichtsaure Gas, welches bey der Auflösung in concentrirter Schwefelsäure sich entbindet (267.), entsteht aus der Säure, das entzündbare Gas, bey verdünnten Säuren, aus dem Wasser (270.). Bey der Auflösung in vollkommener Salpetersäure entwickelt sich immer Salpetergas (284.). Meistens wird hierbey Wärmestoff entbunden. Die in der Luft enthaltenen sauren Dünste bewirken das Anlaufen und Rosten der Metalle.

357. Diejenigen Metalle, welche durch Erhitzung an der Luft oxydirt werden, nehmen auch bey der Verpuffung mit glühendem Salpeter den Säurestoff desselben auf. Dabey entbindet sich Stickgas (Salpeterstoffgas) aus dem Salpeter (289.), und der alkalische Grundtheil desselben bleibt zurück, welcher durchs Auslaugen von dem vollkommenen Metalloxyd gesondert wird.

358. Verstärkte Elektricität schmelzt und oxydiret Metalle; allein die Wirkungsart ist noch nicht näher bekannt.

359. Ein Metalloxyd wird durch Zusatz eines Stoffes, der zu dem Oxygen mehr Verwandtschaft als das Metall hat, wieder als reines oder einfaches (sonst reguliniſches) Metall hergestellt oder re-

du-

ducirt. Man bedient sich dazu gewöhnlich des Kohlenstaubes, mit allmählich verstärkter Erhitzung und bey Abhaltung der äußern Luft. Die Kohle verbindet sich mit dem Oxygen durch die Glühhitze zu kohlensaurem Gas. — Auch durch Hydrogen, durch Phosphor, durch Schwefel und durch andere Metalle, mittelst Erhitzung können Metalle wieder hergestellt werden. — Platina, Gold, Silber und Quecksilber lassen sich ohne Zusatz, bloß durch Erhitzung, aus ihren Oxyden wieder herstellen. Daraus ergiebt sich, daß sie eine geringe Anziehung zum Oxygen haben.

360. Zum Schwefel haben die Metalle starke Anziehung, theils unmittelbar, theils in dessen Mischungen mit andern Stoffen. Auch sind die durch Schwefel vererzten Metalle in der Natur sehr häufig. Gold, Platina und Zink schmelzen mit Schwefel nicht zusammen.

Mit Phosphor verbinden sich manche Metalle. Von der Verbindung mit dem Kohlenstoff ist bisher Eisen das einzige Beyspiel.

361. Die Verbindung der Metalle mit Säuren beruht auf ihrer Verwandtschaft zu dem Oxygen. Nur indem sie dieses aus der Säure an sich nehmen, werden sie darin auflöslich, als einfacher Stoff sind sie es nicht. Dies erhellt daher, daß durch Zusatz eines Alkali zu der metallischen Auflösung ein Oxyd daraus niederfällt. Auch bleibt nach der Abdampfung des Wassers das Metall als Oxyd zurück. Wenn ein Metall aus einer Säure nicht oxydirt wird, so muß es mittelst einer andern Oxygen erhalten, um in jener auflöslich zu werden. Jedes Metall bleibt aber nur in so fern in einer Säure auflöslich, als die Menge des mit demselben verbundenen Oxygens ein gewisses Verhältniß nicht überschreitet. Sonst fällt es nieder.

362.

362. Das aus einem Metalloxyd und einer Säure Zusammengesetzte heißt ein metallisches Salz, wenn es im Wasser auflöslich ist, sonst ein gesäuertes Metalloxyd.

Die metallischen Salze werden nach der neuen Nomenclatur auf gleiche Art benahmt, wie die kalischen und erdigen Salze. Z. B. Sulfate de fer, schwefelsaures Eisen (grüner Vitriol); Muriate de mercure, (salzsaures, versüßtes Queckſilber). Sulfure, phosphure sind Verbindungen von Schwefel, von Phosphor mit dem reinen (nicht oxydirten) Metall selbst.

363. Wenn zu der Auflösung eines Metalloxyds in einer Säure ein nicht oxydirtes gesetzt wird, das zu dem Oxygen mehr Verwandtschaft hat als jenes, so wird dieses von dem zugesetzten in metallischer Gestalt gefällt. Legt man z. B. in die schwefelsaure Auflösung des Kupfers Eisen, so wird dieses mit Kupfer überzogen. Setzt man zu der Auflösung des Silbers in Salpetersäure Kupfer, so fällt jenes als feiner Silberstaub nieder. Oft entzieht ein Metall einem oxydirten nicht alles Oxygen, sondern nur einen Theil, z. B. Zinn dem Goldoxyd. Die Ordnung, in welcher die Metalle eines durch das andere aus den Auflösungen ihrer Oxyden in Säuren niedergeschlagen werden, ist nach Bergman folgende:

Platina, Gold, Silber, Queckſilber, Arsenik, Antimonium, Wismuth, Kupfer, Zinn, Bley, Nickel, Kobalt, Magnesium, Eisen, Zink.

Es können hierbey noch zufällige Abweichungen möglich, oder noch Abänderungen und Einschränkungen nöthig seyn.

Bey der Niederschlagung aus Säuren bilden einige Metalle blätterähnliche Krystallisationen (Metallbäum-

bäumchen), z. B. bey der Fällung des Silbers durch Queckſilber oder durch Kupfer, des Bleyes und des Zinnes durch Zink.

364. Die Metalloxyde haben ſtarke Anziehung zu den Erden, und ſchmelzen mit ihnen zuſammen. Sie dienen dadurch zu Glaſuren, zu den Farben der Porzellan- und Schmelzmahlerey, zur Bereitung künſtlicher Edelgeſteine durch Verbindung mit gemeinem Glaſe.

365. Dieſe Oxyde haben meiſtens einen herben, ſcharfen, ätzenden Geſchmack. Diejenigen, welche wenig Anziehung zum Oxygen haben, ſind ſehr wirkſame Gifte, da das Oxygen von ihnen auf die thieriſchen Theile übergeht, und dieſe zerſtört. Metalle werden durch die Säure des Magenſaftes oxydirt, und bey der gedachten Beſchaffenheit giftig.

366. Einige Metalle können ſo viel Oxygen aufnehmen, daß ſie dadurch wirkliche Säuren werden, und in Waſſer ſich auflöſen laſſen. Dieſe ſind die (306-312) angeführten fünf metalliſchen Säuren.

367. Die Dehnbarkeit, Oxydation und Säuerungsfähigkeit mögen dienen, die Metalle zu ordnen, wenn man ſie auch nicht im ſtrengen logiſchen Sinne darnach eintheilen kann. Fourcroy macht in Rückſicht auf dieſe Eigenſchaften fünf Claſſen. I. Die brüchigen und ſäuerungsfähigen Metalle: Arſenik, Tungſtein, Molybdän (oder Waſſerbley), Chromium. II. Brüchige, bloß oxydirbare, nicht ſäuerungsfähige Metalle: Titanium, Uranium, Kobalt (den er noch nicht unter die ſäuerungsfähigen ſetzt), Nickel, Magneſium, Wismuth, Antimonium, Tellurium. III. Bloß oxydirbare, einigermaßen dehnbare Metalle, Queckſilber und Zink. IV. Leicht oxydirbare und beträcht-

trächtlich dehnbare: Zinn, Bley, Eisen, Kupfer. V. Schwer oxydirbare und sehr dehnbare: Silber, Gold, Platina. Wegen der beiden vereinten Eigenschaften dieser Metalle hat man sie edle genannt.

Ich will diese Anordnung in umgekehrter Reihe befolgen; nur das Queckſilber gleich nach dem Silber setzen, das Tellurium nach dem Titanium, und dann die Metalle der Classe I. nach ihrer Ordnung folgen lassen.

Die Metalle einzeln betrachtet.

368. Die **Platina**, ist ein seit 1748 erst bekanntes Metall, welches aus Südamerika in Gestalt kleiner eisenhaltigen, auch mit Gold und Queckſilber gemischten Körner zu uns kommt. Gereinigt ist es silberweiß, doch ins Eisengraue spielend, dichter als jeder andere Körper *), äußerst strengflüſſig, höchst feuerbeständig, nach dem Golde das dehnbarste, nach Eisen und Magnesium das härteste, nach Eisen und Kupfer das zäheste, am meisten zusammenhangende Metall. Weder an der Luft noch in einem Feuer, worin Gold und Silber eine kleine Veränderung der Farbe erleiden, verliert dieses Metall etwas an Glanz und Politur. In keiner Säure, außer der übersauren Salzsäure (298.) und vermittelst dieser in Goldscheidewasser (301.) ist es auflöslich. Alkalien wirken nicht darauf. Mit den meisten Metallen läßt es sich verbinden. Gold leidet dadurch keine merkliche Abänderung der Dichtigkeit und Dehnbarkeit; wird aber bleicher. Weil dieses Metall zur Verfälschung des Goldes angewandt worden ist, hat die spanische Regierung die Einbringung desselben in Europa verboten, und

*) Die eigenthümlichen Gewichte der Metalle sind oben (109.) angegeben.

und es sogar in die Flüsse werfen lassen. Kupfer wird durch die Verbindung mit Platina härter, und einer schönen Politur fähig, die an der Luft Jahre lang nichts leidet. Aus beiden Metallen mit Zusatz von Arsenik, zur Beförderung der Schmelzbarkeit, sind in Frankreich vortreffliche Spiegel zu Teleskopen gemacht, die an der Luft fast unveränderlich bleiben. Bey der neuen Gradmessung in Frankreich ist die Platina zu Maaßstäben, und zur Pendelstange und Linse an Uhren gebraucht. Zu chemischen Gefäßen, zu Uhren, und zur Plattirung von Kupfer und Eisen würde sie große Dienste thun, wenn sie in hinlänglicher Menge zu erhalten wäre.

368. Das Gold ist das dehnbarste, nach der Platina das schwerste Metall, sehr biegsam und weich, doch mit vieler Stärke des Zusammenhanges. Seine eigenthümliche glänzende Farbe leidet durch Kunst einige Abänderungen. Es glühet lange vor dem Schmelzen mit einer hellgrünlichen Farbe, schmilzt etwas schwerer als Kupfer und Silber, und verliert selbst durch ein Monathe lang anhaltendes Feuer im Flusse nichts. In dem Brennpuncte eines großen Brennglases und vor dem Schmelzrohre mit Lebensluft wird es oxydirt und verglaset, oder auch nur zerstäubt; ein sehr starker elektrischer Funken und der Blitz thun auch jene Wirkung. — Unter den einfachen Säuren ist nur die übersaure Salzsäure, die tropfbare und die gasförmige (298.), im Stande, Gold zu oxydiren, wenn nicht die sehr wenig gewässerte rauchende Salpetersäure ein wenig auf Gold zu wirken vermag. Die gasförmige übersaure Salzsäure bildet mit dem Golde eine tropfbare Flüssigkeit. Das Goldscheidewasser (301.) ist das von langer Zeit gebrauchte Auflösungsmittel für dieses Metall. Die

Auf-

Auflösung ist ätzend, gelb und giebt gelbe Goldkrystalle. Die fixen Alkalien und alkalischen Erden schlagen daraus das Gold als ein gelbes Pulver nieder, das durch Hitze sich zu Gold herstellen läßt; durch Ammoniak aber entsteht ein röthlich gelber Niederschlag, das Knallgold, welches durch Erhitzung über Kohlenfeuer, oder durch bloßes Reiben, mit starkem Knalle und gefährlicher Heftigkeit, selbst bey wenigen Granen, sich entzündet und zerstiebt. Es besteht aus Goldoxyd (Metall und Oxygen) und aus Ammoniak (Azote und Hydrogen, 260.). Beide zersetzen sich, und das Metall wird reducirt. Fast alle Metalle fällen das Gold aus seiner Auflösung. Zinn oder die von demselben in Goldscheidewasser gemachte Auflösung bewirken aus der Auflösung des Goldes einen schönen purpurrothen Niederschlag (mineralischer Goldpurpur), der in der Porzellan- und Schmelzmalerey, und zur Bereitung eines künstlichen Rubins gebraucht wird. Er besteht aus den Oxyden des Goldes und Zinnes. Das Gold hat einen Theil seines Oxygens an das Zinn abgetreten.

Das Gold läßt sich fast mit allen Metallen vereinigen, und verliert dadurch an Geschmeidigkeit; wird von einer kleinen Menge Zinn, selbst von dem Dampfe desselben, spröde, durch Silber und Kupfer härter, und von Quecksilber so leicht durchdrungen, daß es schon bey der Berührung entfärbt wird. Geschwefeltes Antimonium dient zur Scheidung der Metalle vom Golde, die Platina ausgenommen. Das Gold verbindet sich nämlich bey der Schmelzung mit dem Antimonium, das beygemischte Metall mit dem Schwefel, wozu das Gold gar keine Anziehung hat. Durchs Feuer wird das Antimonium von dem Golde getrieben.

370. Das Silber ist durch Glanz und Farbe eines der schönsten Metalle, nach dem Golde das dehnbarste, so wohl in Fäden als Blättern, etwas stärker, härter und elastischer als Gold, aber viel weniger als Kupfer, auf eine eigene Art hell klingend, sehr strengflüssig, doch minder als Gold, in einem sehr starken, lange anhaltenden, Feuer fast unveränderlich, wird durch die Wirkung eines großen Brennglases zerstäubt und verglaset, durch einen heftigen elektrischen Funken selbst entzündet. — Das wirksamste Auflösungsmittel des Silbers ist die Salpetersäure, aus welcher das Silber in weißen, glänzenden Krystallen, Silbersalpeter (Nitrate d'argent), anschießt. Dieses metallische Salz ist, so wie dessen Auflösung, ungemein ätzend, besonders wenn das Krystallisationswasser durch gelinde Erhitzung ausgetrieben wird, und giebt den Silberätzstein (Höllenstein) für die Wundarzeneykunst. Das durch Kalkwasser aus der Salpetersäure niedergeschlagene Silberoxyd wird durch Verbindung mit sehr reinem und ätzenden Ammoniak ein Knallsilber, welches das Knallgold in der Heftigkeit seiner Wirkung noch übertrifft, schon durch Erschütterung, ohne Erhitzung, zerfliegt. Der Silbersalpeter, dem Sonnenlichte ausgesetzt, wird allmählich schwarz, wobey glänzende Blättchen zum Vorschein kommen, so daß das Schwärzlichwerden der Anfang einer Wiederherstellung ist. Die Schwefelsäure fällt aus der Auflösung des Silbers in Salpetersäure, Silbervitriol, die Salzsäure aus allen Auflösungen salzsaures Silber (Hornsilber), welches in (303.) angeführt ist. — Das brennbare Gas stellt das Silber aus seinen Auflösungen wieder her, ein Mittel zu Zeichnungen mit Silber auf Taffet oder Papier.

Mit

Mit den meiſten Metallen läßt das Silber ſich zuſammen ſchmelzen. Zum Queckſilber hat es nach dem Golde die ſtärkſte Anziehung. Von Kupfer wird es härter und klingender, ohne viel an Geſchmeidigkeit zu verlieren, wenn des Kupfers nur wenig iſt. Bley macht es leichtflüſſiger, weniger elaſtiſch und weniger klingend. — Mit dem Schwefel verbindet es ſich leicht zu einer dunkelvioletten, faſt ſchwarzen Maſſe, die viel leichter ſchmelzbar iſt als das Metall, ſich mit dem Meſſer ſchneiden läßt, und dem Silberglaserze ähnlich iſt. Sie nimmt im Gießen ungemein ſaubere Abdrücke an. Durch die Berührung von geſchwefeltem Waſſerſtoffgas (hepatiſche Luft) wird Silber ſchnell ſchwarzbläulich oder auf andere Art farbig. Das Anlaufen des Silbers an der Luft rührt von ſchwefelſauren Dünſten her.

371. Das Queckſilber *) iſt ein ſilberweißes, ſpiegelndes, ſehr ſchweres, ſelbſt noch in einer ſtrengen Kälte flüſſiges, nicht naß machendes, ſehr theilbares, die Wärme ſehr leitendes und dadurch leicht ausdehnbares, durch Erhitzung flüchtiges Metall. In einer ſehr großen Kälte, die nach neuern Erfahrungen etwa 40 Gr. Fahrenh. unter 0 iſt, erſtarrt es zu einem hämmerbaren Körper. Bey einer Hitze von 600 oder genauer 709 Grad geräth es ins Sieden, und ſteigt in weißen Dämpfen auf, die, in einem verſchloſſenen Gefäße aufgefangen, beym Abkühlen wieder laufendes Queckſilber werden, ohne etwas zu verlieren, auf eine ähnliche Art wie Waſſerdämpfe. Auch bey geringerer Hitze verdunſtet es, und kann dadurch dem thieriſchen Leben gefährlich werden. Um es von fremdartigen Theilen zu reini-

*) Queck im alten Deutſchen iſt munter, friſch, unruhig. Quecken iſt ſtark fortwurzeln. Das engliſche quick bedeutet auch lebhaft, hurtig.

gen, deſtillirt man es, und läßt die Dämpfe ſich in dem vorgeſchlagenen Waſſer der Vorlage verdichten. Durch lange Ausſetzung an der Luft wird die Oberfläche des Queckſilbers graulich; durch Schütteln, durch Reiben mit der Hand, mit gepulverten harten und ſpröden Körpern, oder ſchlüpfrigen flüſſigen, wird es ſchwarz und herbe ſchmeckend, oder unvollkommen oxydirt. Durch eine ſehr lange unterhaltene Siedhitze, in einem offenen Kolben mit einem ſehr langen Halſe, wird das Queckſilber in ein hochrothes glänzendes Pulver, wegen der Berührung ſeiner Dämpfe mit der Luft, verwandelt (Oxyde de Mercure rouge, ſonſt Mercurius praecipitatus per ſe). Dieſes vollkommene Oxyd iſt etwa um $\frac{1}{10}$ ſchwerer als das Queckſilber, woraus es entſtanden, und ſo feuerbeſtändig, daß es ſich bis zum Glühen erhitzen läßt. Geſchieht dieſes in einer Retorte, die mit dem pneumatiſchen Apparat in Verbindung geſetzt iſt, ſo entwickelt ſich reines Sauerſtoffgas, und das Oxyd ſtellt ſich zu laufendem Queckſilber wieder her. Wegen dieſer Eigenſchaft des Queckſilbers, ſich ohne Zuſatz eines brennbaren Körpers wieder herzuſtellen, verdient es die nächſte Stelle nach den drey zuerſt beſchriebenen Metallen.

Die Salpeterſäure löſet das Queckſilber leicht auf, auch verdünnt und ohne Beyhülfe der Erhitzung. Die Auflöſung iſt ätzend, färbt die Haut ſchwarz oder dunkel purpurfarben, und giebt durchs Abdunſten oder Erkalten ätzende Kryſtalle. Dieſes ſalpeterſaure Queckſilber (Nitrate de Mercure), an freyer Luft geglüht, wird eine rothe, glänzende, ſchuppige Maſſe, ein Oxyd, wie das durchs Feuer bereitete, und läßt ſich auch ohne Zuſatz wieder herſtellen. — Die Schwefelſäure, welche nur concentrirt und erhitzt das Queckſilber auflöſet, fället aus der Auflöſung

des

des Queckſilberſalpeters weißes ſchwefelſaures Queckſilberoxyd. Die Salzſäure ſchlägt aus den Auflöſungen beider jener metalliſchen Salze ſalzſaures Queckſilberoxyd, von weißer Farbe, nieder. Die überſaure Salzſäure verwandelt das Queckſilber in ein weißes Salz (Muriate oxygéné de Mercure, ſonſt Merc. ſublimatus corrolivus), deſſen Dämpfe ſchon den Lungen tödtlich ſind. Man bereitet dieſes Salz gewöhnlich durch Sublimirung einer Miſchung von trocknem ſchwefelſaurem Queckſilber und abgeknifterem Kochſalz. Hier entſteht durch doppelte Zerlegung ſchwefelſaures Mineralalkali und dieſes ſo heftig ätzende metalliſche Salz. Das Sublimat unterſcheidet ſich von dem Präcipitat mittelſt gewöhnlicher Salzſäure durch größern Antheil an Sauerſtoff. Eine gewiſſe Miſchung deſſelben mit metalliſchem Queckſilber wird vermittelſt der Sublimation ein ſalzſaures Queckſilber, worin das Oxyd wenig Oxygen enthält, weil dem Sublimat ein Theil durch das metalliſche Queckſilber entzogen iſt. Es iſt nicht ätzend, kaum auflöslich in Waſſer und ohne Geſchmack. In den Officinen hieß es ſonſt Mercurius dulcis.

Mit dem Schwefel läßt ſich das Queckſilber durchs Zuſammenreiben, inniger durch Schmelzen, vereinigen. Die ſchwach oxydirte Miſchung iſt ſchwarz, und hieß daher ſonſt mineraliſcher Mohr (Sulfure de Mercure noir). Durch die Sublimation deſſelben entſteht Zinnober, dem natürlichen völlig ähnlich. Laugenſalze, Kalkerde, einige Metalle, beſonders Eiſen, mit dem Zinnober deſtillirt, ſcheiden das Queckſilber in metalliſcher Geſtalt. — Mit den meiſten Metallen verbindet ſich das Queckſilber durch Auflöſung, leichter oder ſchwerer durch Zuſammenreiben oder durch Schmelzung des andern Metalls, wenn es keine größere Hitze erfordert, als

die Siedhitze für Queckſilber. Dieſe Vereinigung heißt das Amalgamiren oder Verquicken. Oxydirtes Metall löſet es nicht auf. Man bedient ſich daher des Queckſilbers, um Gold und Silber aus den Steinarten, in welchen ſie eingeſprengt, und aus Erzen, in welchen ſie mit Schwefel und andern Metallen umhüllt ſind, zu ſcheiden. Die neue Behandlungsart der gold- und ſilberhaltigen Erze, welche von Born angegeben hat, iſt dadurch äußerſt wichtig, daß nach derſelben die edlen Metalle auch aus ihren Erzen mit Vortheil gezogen werden, da man ſonſt nur das gediegene Metall von dem Geſteine durch Queckſilber zu ſcheiden wußte.

372. Das Kupfer hat eine auszeichnende Farbe und vielen Glanz, einen zuſammenziehenden Geſchmack, und gerieben einen widrigen Geruch, ſteht in der Härte nur dem Eiſen und der Platina nach, in der Elaſticität, die ſich durchs Hämmern vermehren läßt, dem Eiſen, iſt aber noch geſchmeidiger als dieſes, da es ſich ſo wohl zu ſehr dünnen Blättern ſchlagen, als zu ſehr feinem Drathe ziehen läßt. Wegen ſeiner Elaſticität iſt es das klingendſte Metall. Die Feſtigkeit des Zuſammenhanges iſt groß. Für die Elektricität iſt es ein ſehr guter Leiter. Es iſt ſehr ſtrengflüſſig, faſt ſo ſehr als Gold und Silber. Bey ſtarker Glühhitze entſteht auf der Oberfläche eine ſchuppige Lage vollkommenen Oxyds (Kupferhammerſchlag, Kupferaſche), mit rothbrauner Farbe, welches durch fernere Glühung ſich verglaſet, und ſehr dunkelroth wird. Bey einer Erhitzung über den Schmelzgrad brennt das Kupfer mit einer grünlichen Flamme, und giebt Rauch, der an kühlen Körpern ſich als ein grünlich grauer Staub anlegt, ein vollkommenes Kupferoxyd (Kupferblumen). Auch an

der

der bloßen Luft wird Kupfer auf der Oberfläche leicht in hellgrünen Roſt verwandelt, durch die Wirkung der Kohlenſäure und der Feuchtigkeit. Alle Kupferoxyde ſcheinen 20 Procent Oxygen zu enthalten.

Faſt alle Säuren löſen das Kupfer auf, die meiſten zwar nur ſchwach, das Oxyd deſſelben leichter. Aus der Auflöſung in Schwefelſäure wird ein blaues metalliſches Salz, der Kupfervitriol, erhalten, der an der Luft verwittert. Die Eſſigſäure und der Dampf derſelben zerfreſſen das Kupfer zu einer grünen Maſſe, dem Grünſpan. Dieſer in deſtillirtem Eſſig aufgelöſet, giebt durch Abdampfung ein eſſigſaures Kupferſalz in blaugrünen Kryſtallen (Acetite de cuivre, deſtillirten Grünſpan). Alle vegetabiliſchen ſauren Säfte verwandeln das Kupfer zu einem für die Geſundheit ſehr nachtheiligen Oxyd, in der Siedhitze zwar unbeträchtlich wenig, ſondern beym Erkalten. Ein polirter Stahl entdeckt das Kupfer. — Die feuerbeſtändigen Alkalien und alkaliſchen Erden, ſchlagen das Kupferoxyd aus den Auflöſungen in Säuren grün gefärbt nieder, der Niederſchlag hat 58 Procent Zunahme bey ätzendem Alkali, und 94 bey kohlenſaurem. Die Alkalien löſen das Kupfer, leichter deſſen Oxyd, mit einer blauen Farbe auf; das flüchtige, ätzende, tropfbare Alkali mit einer ſchönen laſurblauen, ein gutes Mittel zur Entdeckung des Kupfers. — Auch die Mittelſalze wirken auf das Kupfer mehr als auf andere Metalle. Öle und Fette löſen das Kupfer, ſchneller deſſen Oxyd auf, und werden davon grün gefärbt.

Mit allen Metallen läßt ſich das Kupfer zuſammen ſchmelzen, mit einigen ſehr leicht, daher es häufig zu allerhand metalliſchen Vermiſchungen dient. Meſſing, Tomback, Similor, Pinchback,

Prinzmetall sind Zusammensetzungen von Kupfer und Zink, statt dessen zum Messing gewöhnlicher das Zinkerz, der Gallmey, genommen wird. Kupfer mit wenigen Zinn und Messing, und zuweilen noch andern Zusätzen, giebt Glockengut und Stückmetall oder Bronze. Weißkupfer ist eine Vermischung von Kupfer, Zink und Arsenik, welche die Weiße des Silbers hat (zu vergl. 205.).

373. Das Eisen ist das gemeinste, aber für die Bedürfnisse des Lebens unentbehrlichste, und zur Beförderung der Cultur nützlichste Metall. Unansehnlich von Farbe ist es die Hauptursache der schönsten Farben in allen drey Reichen der Natur. Nicht bloß unschädlich für den thierischen Körper bringt es vielmehr noch in die kleinsten Fasern vermehrte Lebenskraft. Es hat bey weitem den stärksten Zusammenhang seiner Theile (169.), ist das härteste, obgleich eines der leichtesten Metalle, ist unter allen am meisten elastisch, und sehr dehnbar, so doch, daß es sich zwar zu sehr feinem Drath ziehen, aber nicht zu sehr dünnen Platten hämmern läßt, umgekehrt wie Bley und Zinn. Doch kann es auch spröde, fast wie Glas, werden. Die Anziehung des Eisens vom Magnet, die Fähigkeit selbst magnetische Kraft, und damit die Richtbarkeit nach einer gewissen Himmelsgegend anzunehmen, zeichnen dieses Metall, durch die vorzügliche Stärke und die Vereinigung dieser Eigenschaften, aus. Nach der Platina und dem Magnesium ist das Eisen das strengflüssigste Metall. Es verflüchtigt sich in der Schmelzhitze nicht. Es ist eines der besten Leiter der Elektricität.

Was in chemischer und technischer Rücksicht das Eisen von allen andern Metallen unterscheidet, sind die großen Verschiedenheiten des Zustandes, worein

es

es durch die verschiedenen Behandlungen gesetzt wird. Es sind drey Arten dieses Zustandes, welche aber mancherley Abänderungen leiden, nämlich Roh- oder Gußeisen, geschmeidiges oder Schmiedeeisen, und Stahl. Das Roheisen, welches durch Ausschmelzen aus den Eisenminern zwischen Kohlen erhalten wird, ist sehr spröde, und weder kalt noch warm streckbar; sehr strengflüssig, aber doch in starker Weißglühhitze schmelzbar, und läßt sich dann in jede Form gießen; sehr hart, stark klingend, im Bruche feinkörnig. Es ist, wegen eines kleinen Antheils von Oxygen, nicht vollkommen metallisches Eisen, und enthält dabey Kohlenstoff. Von der Menge und dem Verhältnisse dieser beygemischten Stoffe hängt die Beschaffenheit und Farbe dieser Gattung Eisens ab. Oft enthält sie Phosphor, und wird dadurch brüchig. Das geschmeidige Eisen im vollkommenen Zustande ist ganz metallisches, von Kohlenstoff und andern Beymischungen reines Eisen. Es wird aus dem Roheisen durch wiederholtes Glühen und Schmieden erhalten, ist so wohl kalt als warm sehr biegsam und streckbar, äußerst strengflüssig, so daß es nur in kleinen Massen durch einen sehr hohen Grad der Hitze schmilzt, und dabey sich oxydirt oder verschlackt; wird aber in der Glühhitze weich und zum Schmieden geschickt, und hat die so nutzbare Eigenschaft, daß in diesem Zustande zwey Stücke sich leicht und gleichförmig mit einander vereinigen (sich schweißen) lassen. Stahl ist metallisches Eisen mit etwas Kohlenstoff, wovon es aber weniger enthält als Roheisen. Natürlicher Stahl entsteht, wenn dem geschmolzenen Roheisen sein Oxygen genommen wird, ohne zugleich den Kohlenstoff zu entziehen; künstlicher, wenn reines Eisen, mit Kohlenstaub umgeben, lange und stark genug erhitzt wird, entweder auf einem Heerde, oder

in verschlossenen feuerfesten Kasten, welches letztere Verfahren Cementiren heißt; Gußstahl, wenn eine jener beiden Arten geschmolzen wird, welches den feinsten Stahl giebt, der in England von vorzüglicher Güte bereitet wird. Der Stahl ist etwas schwerer als Schmiedeeisen, erhält durchs Poliren einen lebhaftern, lichtgrauen Glanz, ist feinkörnig im Bruche, schmelzbar, doch strengflüssiger als Roheisen, brennt in Lebensluft mit viel stärkerm Glanze und heftigerm Funkensprühen als weiches Eisen. Rothglühend in kaltem Wasser abgelöscht wird er sehr hart, aber auch sehr spröde; durch neues Glühen nach langsamen Erkalten, wird er wieder geschmeidig mit Verminderung der Härte. Durch Härten und Hämmern wird der Stahl elastischer und klingender, als anderes Eisen. Er rostet nicht so leicht als geschmeidiges, leichter aber als Roheisen. Er wird langsamer magnetisch als jenes, bleibt es aber dauerhafter.

Nach dem Magnesium ist das Eisen am fähigsten, aus der Luft Oxygen aufzunehmen. Daher rostet es so leicht, wobey es zugleich Kohlensäure aus der Luft aufnimmt, und zerfällt zuletzt in eine erdige Masse. Die große Anziehung zum Oxygen zeigt sich auch dadurch, daß es den Oxyden anderer Metalle, außer Zink und Magnesium, das Oxygen entzieht, und sie metallisch niederschlägt. Es zerlegt auch das Wasser; Eisenfeile wird darin allmählich zu schwarzem Oxyd. Wenn Wasserdünste durch eine glühende eiserne Röhre streichen, so wird das Eisen zu schwarzem Oxyd, und es entbindet sich Wasserstoffgas. Durch die Anziehung zum Oxygen ist das Eisen sehr verbrennlich. Wird es an der Luft zum Glühen gebracht, so sondert sich auf der Oberfläche etwas großer Stücke eine schwarze schuppige Haut (Glühespan) ab, die beym Schmieden, als Hammerschlag, abspringt,

ſpringt, ein Oxyd, das noch vom Magnet gezogen wird. Durch Röſten an der Luft wird dieſes ein rothbraunes Oxyd, das 40 und mehr Procent Oxygen enthält, da jenes 25 hat. Eiſerner Drath brennt in Lebensluft wie ein Schwefelfaden. Die abtröpfelnden Theilchen ſind ſchwarzes Eiſenoxyd. Deßgleichen ſind auch die beym Zuſammenſchlagen von Stahl und Feuerſtein abgeſprungenen verbrannten Körnerchen jenes. Die verſchiedenen Grade der Hitze glühenden Eiſens unterſcheidet man durch die Farbe, braune, rothe, lichtrothe, weiße.

Das Eiſen iſt mit allen Säuren vereinbar, darf aber in den meiſten nur ſchwach oxydirt ſeyn, um darin aufgelöſet zu bleiben. Schwefelſäure und Salzſäure, auch Eſſigſäure, geben entzündbare Luft, durch Zerſetzung des wäſſerigen Antheils, Phosphorſäure, eine Luft, die grün brennt. Die geſättigte durchgeſeihete Auflöſung in Schwefelſäure iſt grünlich, und giebt nach dem Abrauchen ein grünes, rhomboidaliſch kryſtalliſirtes Salz, den grünen Vitriol. Dieſes verliert an der Luft, noch mehr durch Erhitzung, ſein Kryſtalliſations-Waſſer, und nimmt mehr Oxygen auf, wodurch es zu einem weißen, darauf gelben, Pulver zerfällt. Durch Glühhitze bleibt ein braunrothes vollkommenes Eiſenoxyd (Kolkothar) zurück. Aus der Auflöſung fällt an der Luft gelbes Eiſenoxyd nieder, weil es mehr Oxygen aus der Luft erhalten hat. Kohlenſaures Waſſer löſet das Eiſen auf (263.). Die Gallusſäure entbindet das Eiſen aus den Auflöſungen in Säuren, und vereinigt ſich damit zu ſchwarzem oder dunkelviolettem gallusſauren Eiſenoxyd, welches die Säuren aufgelöſet erhalten können. Darauf beruht die Schwarzfärberey und die Bereitung der ſchwarzen Dinte.

Mit

Mit manchen Metallen läßt das Eisen sich vereinigen, schwer mit Zink und Zinn, wiewohl es sich verzinnen läßt; gar nicht mit Queckſilber und Bley. Die Verbindung des Nickels und Braunsteins mit Eisen ist schwer zu trennen. — Der Schwefel verbindet sich mit dem Eisen, welches dadurch leichtflüssig und spröde wird.

374. Das Bley ist das weichste und schwächste Metall, zu dünnen Blättern streckbar, schwach zusammenhängend, fast gar nicht elastisch noch klingend, frisch bereitet oder auf dem Schnitte bläulich weiß, wird aber an der Luft bald grau oder rostet, doch nicht so leicht als Eisen und Kupfer. Dem thierischen Leben ist es sehr schädlich. Im Feuer schmilzt es bald, lange vorher, ehe es glühet; durch Erhitzung über den Schmelzgrad, noch mehr durchs Glühen, wird es flüchtig, und geht zum Theil in Dampf auf, der sich als Oxyd an kalten Körpern verdichtet. Auf dem geschmolzenen Bley, beym Zugange der Luft, sondert sich eine graue Haut ab, die ein unvollkommenes Oxyd (Bleyasche) ist. Daraus entsteht durchs Glühen ein höheres Oxyd, gelb von Farbe, Massikot, woraus, nach Befeuchtung mit Wasser, die gelblich rothe Mennige (minium) gebrannt wird, ein vollkommenes Oxyd, welches etwa 9 Procent Oxygen enthält. Durch stärkere Glühhitze wird das gelbe Bleyoxyd in eine gelbliche, halb verglasete Masse (Bleyglätte Lithargyrium), und diese durch ein noch stärkeres Feuer in eine glasähnliche Masse (Bleyglas) verwandelt. Diese löset Metalloxyde und Erden im Flusse auf, daher sie irdene Schmelztiegel leicht durchdringt. Alle Bleyoxyde lassen sich durch Kohle leicht wieder zu Metall herstellen. Sie dienen zur Glasur irdener Gefäße, als Schmelzungsmit-

mittel bey den mehresten eingebrannten Färbestoffen, zur Bereitung des Glases, besonders des weißen Krystallglases und des für Fernröhre wichtigen Flintglases, auch zur Verfertigung künstlicher Edelgesteine aus Krystallglase durch Verbindung mit färbenden Metalloxyden. Da das Bley die unedlen Metalle schmelzbarer macht, und mit sich verglaset, so dient es, diese nebst den unmetallischen Materien von Gold und Silber zu scheiden. Dieses heißt das Abtreiben, und wird im Kleinen auf der Kapelle (237. Nr. 8.) vorgenommen, welche die mit dem Bley verglaseten Metalle in sich zieht. Im Großen geschieht es auf dem Treibheerde, wo zum Abflusse der Glätte, welche sich nicht in den Heerd zieht, eine Abzugsöffnung angebracht ist. Man bedient sich auch des Bleyes, um das Silber, wenn es in geringer Menge einem strengflüssigen Metalle, als Kupfer, beygemischt ist, davon zu scheiden, aus der (217.) angeführten Ursache. Dieses Verfahren heißt das Saigern.

Die Auflösung des Bleyes in Salpetersäure, dem vorzüglichen Auflösungsmittel dieses Metalles, giebt ein krystallisches weißes Salz, Bleysalpeter, welches durch Glühen viele Lebensluft liefert, und auf glühenden Kohlen mit starkem Gepraffel verpufft. Die Salzsäure entzieht das Bleyoxyd jener Auflösung, und verbindet sich damit zu salzsaurem Bleyoxyd (Hornbley). Essigdämpfe zerfressen das Bley, und bilden damit ein weißes kohlensaures Oxyd, Bleyweiß oder Schieferweiß. Die süßlich und hernach herbe schmeckende Auflösung der Bleyoxyde, besonders des Bleyweißes, in Essigsäure nennt man Bleyessig, das daraus anschießende metallische Salz Bleyzucker (Acetite de plomb). Da das Bley innerlich genommen ein Gift ist (auch die Dämpfe des Bleyes sind schädlich), so darf ein säuerlicher

Wein

Wein durchaus nicht mit Bleyzucker versüßt werden. Durch Schwefelalkali (Schwefelleber), welches das essigsaure Bley zerlegt, kann man die Versetzung des Weins mit Bley entdecken. Der Schwefel fällt mit dem Bley als ein schwarzbraunes Pulver nieder. Wäre nicht Bley, sondern Eisen im Wein aufgelöset, so würde dieses zwar auch mit dem Schwefel einen schwarzen Niederschlag geben, allein durch zugesetzte Weinsteinsäure oder Salzsäure sich wieder auflösen lassen.

Die fetten Öle lösen die Bleyoxyde leicht und durchs Kochen in Menge auf. In den Bleypflastern ist viel Bleykalk gegen weniges Öl enthalten, in den Leinölfirnissen umgekehrt. Scharfes und ranziges Öl wird durch Bleykalk milde, zum Nachtheil der Gesundheit, wenn es genossen werden soll; zum Einschmieren der Zapfen an Rädern ist es nützlich, Bleyoxyd zuzusetzen.

Bley verbindet sich leicht mit Platina, Gold, Silber, Queckſilber und Zinn.

375. Das Zinn ist ein sehr weiches, beträchtlich streckbares Metall, wie die Zinnfolie oder das Stanniol zeigt, aber schwach zusammenhängend, sehr mäßig schwer, sehr wenig elastisch und klingend, leicht biegsam, wobey es auf eine eigene Weise knarrt oder knirscht. An der Luft verliert es sehr bald seinen silberweißen, etwas bläulichen Glanz, wird aber nur mit der Länge der Zeit auf der Oberfläche ein wenig oxydirt. Auch im Wasser leidet es kaum eine Veränderung. Es ist mehr als andere Metalle durch Erhitzung ausdehnbar, noch leichtflüssiger als Bley, und schmilzt lange vor dem Glühen. In der Schmelzhitze an der Luft sondert sich

eine

eine graue Haut ab, ein unvollkommenes Oxyd (Zinnkrätze) mit 8 bis 10 Procent Zunahme an Gewicht. Dieses wird durch Glühen ein sehr strengflüssiges, schwer zu reducirendes, weißes Oxyd (Zinnasche), mit 17 oder 18 p. C. Zunahme an Gewicht, welches zur Verfertigung des matt weißen Schmelzglases durch Verbindung mit verglasbaren Erden, und zum Poliren optischer Gläser und Spiegel angewandt wird. Über den Schmelzgrad erhitzt verdampft das Zinn mit einem unangenehmen Geruche. In heftiger Glühhitze brennt es mit einer kleinen hellweißen Flamme, und giebt einen weißen Dampf, der sich an kalten Körpern als Oxyd in Gestalt glänzender Nadeln anlegt.

Das Zinn hat sehr starke Anziehung zum Oxygen, daher alle Säuren das Zinn mehr oder weniger angreifen, die Salpetersäure mit heftigem Aufbrausen und starker Erhitzung, wobey sich salpetersaures Gas entbindet. Das Zinn fällt als weißes Zinnoxyd nieder, welches dem durch Feuer bereiteten gleich ist. Die Auflösung in Goldscheidewasser (301.) dient zur Erhöhung der rothen Farben, besonders der mit Cochenille bereiteten, um eine schöne Scharlachfarbe daraus zu erhalten. In dem Gas der übersauren Salzsäure entzündet sich feingefeiltes Zinn, und wird zu einer dicklichen tropfbaren Flüssigkeit, worin das Zinn sehr oxydirt ist. Durch Destillation einer Mischung von Zinn mit ätzendem Queckſilbersublimat wird ein salzsaures flüchtiges Zinnoxyd erhalten, das bey der Berührung mit der Luft weiße, stechende Dämpfe ausstößt (Spiritus fumans Libavii). Alkalien schlagen aus den Auflösungen des Zinns in Säuren sehr weißes Zinnoxyd nieder, das 30 p. C. Zunahme an Gewicht hat.

Mit

Mit den meisten Metallen läßt sich das Zinn zusammen schmelzen, und macht die dehnbaren spröde, Kupfer zugleich härter und klingender, auch schmelzbarer. Durch die Verwandtschaft mit dem Kupfer dient es zum Verzinnen desselben. Schwefel mit Zinn geschmolzen giebt eine strengflüssige spröde Masse, mit blaugrauer Farbe und metallischem Glanze. Das Musivgold, welches zum Malen und Schreiben anstatt echten Goldes gebraucht wird, ist eine Verbindung von Zinnoxyd und Schwefel.

376. Das Zink, ein bläulich weißes Metall von schmalblätterichtem Gefüge, hält ein Mittel zwischen den dehnbaren und spröden Metallen. Es läßt sich zu mäßig dünnen Platten hämmern, und (vollkommen metallisches?) zwischen Walzen beträchtlich strecken, aber auch, wenn es möglichst stark unter dem Schmelzgrade erhitzt worden ist, zu Pulver stoßen. Es ist hart genug, daß die Feile es nur schwer angreift. In der Wirkung auf Nerven und an der voltaischen Säule zeichnet sich das Zink sehr aus. Es erhitzt sich schnell und wird dabey beträchtlich ausgedehnt. Das Zink ist im Feuer leichtflüssig, doch minder als Bley und Zinn. Es schmilzt kurz vor dem Glühen, wobey sich ein graues Oxyd absondert, das etwa 17 Procent mehr wiegt als das Metall, und durch glühende Kohlen leicht wieder hergestellt wird. In starker Glühhitze brennt das Zink mit einer blendenden grünlich weißgelben Flamme, fast wie Phosphor, und auch mit einem knoblauchartigen, die Kehle reizenden, Geruche. Der glühende Zinkdunst oxydirt sich vollkommen, und verdichtet sich zu sehr weißen lockern Flokken, wie Spinnengewebe, den Zinkblumen, mit sehr beträchtlicher Gewichtszunahme. Dieses Oxyd läßt sich nicht wieder metallisch herstellen. Auch die

Ver-

Verpuffung des Zinks mit Salpeter ist sehr lebhaft, mit vielen Funken begleitet, und wird wegen der Schönheit der Flamme in der Feuerwerkerey benutzt. In verschlossenen Gefäßen wird das Zink, bey hinlänglicher Hitze, metallisch sublimirt.

An trockner kühler Luft verändert sich das Zink gar nicht, oder äußerst wenig. Auf Wasser wirkt es durch seine große Anziehung zum Oxygen, schon bey niedriger Temperatur etwas, und sehr stark bey großer Erhitzung, wenn Wasserdämpfe über Zink in einer glühenden porzellanen Röhre streichen, wobey sich brennbare Luft entbindet. Merkwürdig ist, daß Zink im Wasser sich leichter oxydirt, wenn es auf einem andern Metalle, besonders Silber, liegt, als für sich allein darin gelassen. Durch dieselbe Ursache nimmt Zink den meisten Metalloxyden in der Hitze den größten Theil ihres Oxygens. Zinkfeile entzündet sich mit dem rothen Queckſilberoxyd bey schneller Erhitzung. Dadurch schlägt das Zink fast alle Metalle aus ihren Auflösungen in Säuren nieder.

Auch wirkt das Zink auf die Säuren sehr lebhaft, zersetzt sie oder das mit ihnen verbundene Wasser, und wird meistens mit Heftigkeit und Erhitzung reichlich von ihnen aufgelöset. Bey der Auflösung in Schwefelsäure entwickelt sich viel brennbare Luft, die eine der reinsten dieser Art ist. Das aus der Auflösung in verdünnter Schwefelsäure angeschossene weiße metallische Salz heißt Zinkvitriol. Concentrirte Salpetersäure kann das Zink entzünden. Gepulvertes Zink in das Gas der übersauren Salzsäure gebracht, entzündet sich, und wird ein weißes Oxyd. — Mit manchen Metallen verbindet sich das Zink leicht, und macht sie oft spröder und härter. Am gewöhnlichsten ist die Versetzung mit

Kupfer. — Mit dem Schwefel verbindet ſich das metalliſche Zink gar nicht.

377. Das Antimonium (Stibium, Spießglas- oder Spießglanz-Metall) iſt glänzend weiß, ein wenig ins Graue ſpielend, faſt wie Zinn, blättericht mit mannichfaltigen Lagen der Blätter, mäßig hart, ſehr ſpröde und dadurch zerreiblich, dem Geruch und Geſchmack merklich empfindbar. Es ſchmilzt etwas ſchwerer als Zink, nachdem es glühend geworden iſt. In verſchloſſenen Gefäßen wird es beym Weißglühen in glänzenden kryſtalliniſchen Blättchen aufgetrieben. Bey langſamer Erkaltung nach dem Schmelzen bildet ſich auf der Oberfläche etwas ſternartiges, wovon die Alchymiſten eine wichtige Deutung ſuchten. An kühler Luft leidet es keine merkliche Veränderung. In mäßiger Hitze, beym Zutritte der Luft, verwandelt es ſich in ein weißgraues Pulver; in der Schmelzhitze verdampft es als ein weißer Rauch, der ſich an kühlen Körpern zu weißen glänzenden Nadeln verdichtet. Beide Arten des Oxyds ſind noch unvollkommen uud flüchtig. Das letztere hat etwa 20 p. C. Zunahme an Gewicht gegen das Metall. In vielem Waſſer iſt es auflöslich, wodurch es ſich der Natur der Säuren nähert. Durch Verpuffen mit Salpeter erhält man das vollkommene Oxyd des Antimonium, weiß, unſchmackhaft, im Waſſer gar nicht, oder ſehr wenig auflöslich, gar nicht flüchtig, nur im ſtärkſten Feuer zu einem gelblichen Glaſe ſchmelzbar. Es heißt als Arzneymittel ſchweißtreibendes Spießglanz. Schnell und ſehr ſtark erhitzt entzündet ſich das Antimonium, und brennt mit einer weißen Flamme, wobey es ein weißes Oxyd ausdampft. Geſchmolzen mit Waſſer in Berührung gebracht, ſchlägt es auf eine heftige und gefährliche Art mit blendend weißer

ßer Flamme umher. Hiebey geschieht eine plötzliche Zersetzung des Wassers. Manchen Metallen nimmt es ihr Oxygen ganz oder zum Theil mit Erhitzung. Die Salpetersäure zersetzt es sehr schnell, wobey sich vieles salpeterhalbsaures Gas entbindet, zuweilen mit Entzündung. Dabey wird das Metall in ein weißes Oxyd, wie bey der Verpuffung mit Salpeter, verwandelt. In dem Gas der übersauren Salzsäure entzündet sich das gepülverte Antimonium schnell mit Funken, und fällt als Oxyd zu Boden. Das Königswasser löset es am vollkommensten auf. Die Weinsteinsäure (315.) löset von dem Metall nur wenig auf, mehr von dem unvollkommenen Oxyd. Auch der gereinigte Weinstein löset in seiner überschüssigen Säure dieses Oxyd auf, wodurch ein dreyfaches Salz, der Brechweinstein, entsteht. Das unvollkommene Oxyd erregt in sehr kleinen Gaben Erbrechen, das vollkommene selbst in großen Gaben nicht.

Alkalien wirken nicht auf das metallische Antimonium, aber das Oxyd verbindet sich mit den ätzenden Alkalien, die es auflösbarer machen, und damit eine Art Salz bilden, wie mit einer Säure.

Mit dem Schwefel verbindet sich das Antimonium durch Erhitzung leicht zu einer grauen metallisch glänzenden Masse in nadelförmigen Krystallen. Auch findet sich das graue Spießglanzerz, eine solche Verbindung, häufig in der Natur. Geschmolzen giebt es ein dunkelroth gelbes Glas (Spießglas, vitrum Antimonii). Auch lassen sich Antimonium, Schwefel und Alkali mit einander verbinden, woraus zwey Arzneymittel bereitet werden, der mineralische Kermes, der aus Antimonial-Oxyd, Schwefel und geschwefeltem Wasserstoffe besteht, und der Goldschwefel des Spießglanzes, der

ein höheres Oxyd, mehr Schwefel und etwas weniger geschwefelten Wasserstoff enthält.

Mit vielen Metallen verbindet sich das Antimonium, und macht sie spröde, auch blättericht. Bley und Zinn härtet es, macht dadurch das letztere einer höhern Politur fähig, und jenes zu Buchdruckerschriften tauglich. Im Glockengute macht es den Klang feiner. Das Oxyd dient zur Färbung des Glases, zu Schmelzsachen, zur Porzellanmahlerey, zu verschiedenen wichtigen Arzeneyen, die hier angeführt sind.

378. Das **Wismuth** hat eine weiße ins Gelbe oder Röthliche spielende Farbe, ist beträchtlich schwer, kommt in der Härte dem Kupfer nahe, ist spröde, giebt aber doch einem mittelmäßigen Schlage etwas nach, ohne zu zerspringen, so daß es sich durch Hämmern verdichten läßt; das Gefüge ist breitblätterich. Die Krystalle des Wismuths sind gegen die von andern Metallen die deutlichsten, reguläre Oktaedren. An der Luft verliert es zwar seinen Glanz, rostet aber nicht, wird nur mit einem gelblich grauen Staube schwach bedeckt. Es schmilzt noch leichter als Bley, lange vor dem Glühen. In der Schmelzhitze sondert sich auf der Oberfläche ein grünlich graues, hernach gelblich braunes, unvollkommenes Oxyd ab, mit 8 p. C. Gewichtszunahme. In stärkerer Hitze brennt es mit einer schwachen blauen Flamme, und steigt in einem gelben Rauche auf, der sich an kalten Körpern als ein gelblicher Staub verdichtet, und vollkommenes Oxyd ist. Das Oxyd schmilzt leicht zu einem gelben Glase, welches im Flusse Erden auflöset, und daher die Tiegel leicht durchbohrt. Dieses Glas und jene Oxyde werden durch Kohlen leicht hergestellt, so daß das Wismuth das Oxygen zwar leicht aufnimmt,

aber

aber auch leicht genug wieder fahren läßt. In verschlossenen Gefäßen wird es unverändert aufgetrieben.

Die meisten Säuren greifen das metallische Wismuth nur schwach oder gar nicht an; die Salpetersäure wirkt mit Heftigkeit und Erhitzung, zuweilen bis zur Entzündung. Merkwürdig ist es, daß reines Wasser das salpetersaure Wismuth zersetzt, und daraus ein schönes weißes Oxyd niederschlägt, Wismuthweiß oder Spanischweiß, eine für die Haut nachtheilige Schminke. In dem Gas der übersauren Salzsäure entzündet sich gepülvertes Wismuth. Die ätzenden Alkalien schlagen das Wismuth aus den Säuren als ein weißes Oxyd nieder, das 25 p. C. Zunahme an Gewicht hat. Mit dem Schwefel verbindet sich das Wismuth leicht, und krystallisirt sich sehr schön. Mit manchen Metallen läßt es sich zusammen schmelzen, und macht die dehnbaren spröde, das Bley härter und weißer, das Zinn leichtflüssiger, härter und klingender. In der Porzellanmahlerey wird das Oxyd insbesondere zur Versetzung mit den Oxyden anderer Metalle gebraucht.

379. Das Magnesium (Braunsteinmetall) ist grauweiß, körnig und glänzend im Bruche, nächst dem Eisen das härteste, nach der Platina das strengflüssigste Metall, sehr feuerbeständig und sehr spröde. Unter allen Metallen hat es die stärkste Verwandtschaft zum Oxygen, daher es an freyer Luft, besonders feuchter, sehr bald seinen metallischen Glanz verliert, und zuletzt in einen schwarzbraunen Staub zerfällt. Die Zersetzung des Wassers giebt sich in der Nähe des zerfallenden Metalles durch den Geruch nach brennbarer Luft zu erkennen. Durch Erhitzung an der Luft, weit unter dem Schmelzgrade, oxydirt es sich, und wird dabey grau, falb, roth, braun,

ſchwarz, nach Verhältniß des aufgenommenen Oxygens. Das ſchwärzeſte Oxyd erhält bis 68 p. C. Zunahme an Gewicht. In verſchloſſenen Gefäßen, mit dem pneumatiſchen Apparate verbunden, läßt das Oxyd einen großen Theil ſeines Oxygens durch Erhitzung fahren. Dadurch iſt es ein bequemes Mittel, Sauerſtoffgas zu gewinnen. Das rückſtändige Oxyd iſt rothbraun geworden, und ſchmilzt in ſehr ſtarker Hitze zu einem gelbbraunen Glaſe. Die Reduction des Magneſium erfordert den möglichſten Grad der Hitze zwiſchen Kohlenſtaub; Berührung mit der Erde des Tiegels verglaſet das Oxyd gleich.

Vollkommenes Magneſiumoxyd löſet ſich in einer vollkommenen Säure nicht auf (oder nur ſchwer und wenig). Zur Auflösbarkeit deſſelben wird ein gewiſſer mäßiger Grad der Oxydation erfordert, den vollkommenes Oxyd durch Abtretung eines Theils ſeines Oxygens an die Säure erhält, oder welchen die Säure, es ſey dem Metall oder deſſen ſchwachen Oxyd, ertheilt. Wenn Salzſäure auf ſchwarzes Magneſiumoxyd gegoſſen wird, ſo bemächtigt ſie ſich zum Theil des überſchießenden Oxygens in jenem, und wird dadurch übersaure Salzſäure (acide muriatique oxygèné), zum Theil löſet ſie das auf den gehörigen Grad gebrachte Oxyd auf. Wegen der ſtarken Verwandtſchaft zum Oxygen wird das Magneſium aus den Auflöſungen in Säuren von andern Metallen nicht gefället. — Die große Strengflüſſigkeit und leichte Oxydirung des Magneſium macht das Zuſammenſchmelzen deſſelben mit andern Metallen ſchwierig. In den Eiſenerzen iſt es häufig enthalten, und ſehr innig mit dem Eiſen verbunden. Solche Erze pflegen zum Stahlmachen dienlich zu ſeyn.

Der Braunſtein (das natürliche Oxyd des Magneſium) iſt ſchon lange gebraucht, dem grünen Glaſe

seine Farbe zu benehmen. Den Glasfritten (dem ausgeglüheten Gemenge von Pottasche und Sand) in geringer Menge zugesetzt leistet er diese Wirkung, aber viel desselben macht das Glas dunkelschwarz, in geringerer Menge violett oder röthlich. Es kommt hier auch auf den Gehalt an Oxygen und Eisen an. Das Magnesiumoxyd giebt von seinem Oxygen an die färbenden metallischen Körper ab, und macht sie dadurch blasser oder weiß, indem es selbst hellfarbiger oder weiß wird. Je mehr Oxygen dieses Metalloxyd enthält, desto dunkler ist es. Darin ist es das Widerspiel von andern metallischen Oxyden.

380. Das **Nickelmetall** ist im möglichst reinen Zustande graulich weiß, ein wenig ins Röthliche fallend, mehr oder weniger glänzend, mit körnigem Gefüge, sehr hart, wie die Platina, sehr feuerbeständig, so strengflüssig wie Gußeisen, so schwer wie Kupfer und noch mehr. Es ist einigermaßen dehnbar, wenn dieses nicht von beygemischtem Eisen herrührt, wovon es schwerlich ganz geschieden werden kann. Daher könnte auch die Anziehbarkeit desselben vom Magnet (194.) entstehen*). Durch Erhitzung allein oxydirt es sich schwer und unvollkommen, mit bräunlicher Farbe, an der Luft nur in langer Zeit und durch feuchte Dünste. Durch Verpuffen mit Salpeter wird ein vollkommenes Oxyd von grüner Farbe erhalten, die von

*) Fourcroy leitet die Wirkung des Magnets auf Nickel, Magnesium und Kobalt von ihrem Eisengehalte her. In der Strengflüssigkeit kommen sie mit dem Eisen überein, in der Härte auch die beiden ersten; sie vereinigen sich innig mit dem Eisen, und stehen in der Leiter der Verwandtschaften zu den Säuren neben diesem. Sie könnten also auch in Rücksicht des Magnetismus sich demselben annähern, so daß diese vier Metalle ein besonderes System ausmachten.

dem Kupfergrün sehr verschieden ist. Mit allen Säuren giebt das Nickel ausgezeichnet schöne grüne Auflösungen, Salze und Niederschläge. Die fixen Alkalien fällen das Nickeloxyd aus den Auflösungen mit weißgrünlicher Farbe. Das Ammoniak löset das niedergeschlagene Oxyd wieder auf, mit einer hellblauen Farbe. Das mit reinem Alkali aus der Salpetersäure gefällte Oxyd hat 28 p. C. Zunahme.

Das Nickel verbindet sich mit manchen Metallen. Mit Eisen ist es in der Natur immer vereinigt, auch fast immer mit Arsenik und Kobalt. Mit dem Schwefel schmilzt das Nickel leicht zusammen, und in der Ruhe erzeugen sich auf der Oberfläche grüne zweigenförmige Bildungen. Kiesel- und Alaunerde werden mit Hülfe alkalischer Flußmittel von dem reinen Nickeloxyd hyacinth- oder orangefarbig. Mit dem Borax schmilzt das Oxyd auch zu einem hyacinthfarbigen Glase.

381. Das Kobaltmetall ist bläulich grau, ein wenig ins Röthliche fallend, von feinem, dichten Gefüge, spröde, so daß es leicht zu feinem Pulver zerstoßen werden kann, mäßig hart, etwa wie Zinn, sehr strengflüssig, etwa wie Kupfer, und sehr feuerbeständig. Es wird vom Magnet gezogen (194.), wofern dieses nicht von Eisen herrührt, das sich schwer vom Kobalt scheiden läßt. Durch bloße Luft wird das Kobalt schon oxydirt mit Verlust des metallischen Glanzes. In mäßiger Glühhitze wird es zuerst dunkelgrau, und allmählich schwarz oder höchst dunkelblau. In heftigem Feuer schmilzt das Oxyd zu einem schwarzblauen Glase. Wenn das geschmolzene Kobalt langsam erkaltet, so gestaltet sich die Oberfläche netzförmig. — Die Säuren greifen alle das Kobalt oder dessen Oxyd an. Sie geben meistens blaßröthliche

liche Verbindungen. Die Salzsäure entzieht das Kobalt der Schwefelsäure, und die Auflösung wird rothbraun, durch Erwärmung schön grün. Gepülvertes Kobalt in das Gas der übersauren Salzsäure gebracht entzündet sich mit weißen Funken. Der Niederschlag aus der vitriolsauren Auflösung durch ätzendes fixes Alkali ist gelb, ein wenig fleischfarben, und hat 40 pr. C. Zunahme. Der Niederschlag aus der salpetersauren Auflösung hat eine lebhaftere Farbe, und wird daher zu Schmelz- und Porzellanarbeiten vorgezogen. — Mit manchen Metallen verbindet sich das Kobalt, uud macht die dehnbaren brüchig. Eisen und Nickel lassen sich mit Kobalt leicht zusammenschmelzen; mit dem Eisen ist es auch in der Natur häufig vereinigt, so wie mit Arsenik. Mit Silber, Queckſilber, Bley und Wismuth läßt das Kobalt sich nicht verbinden.

Das gereinigte und geröstete Kobalterz heißt Zaffer oder Safflor, und dient zur blauen Glasur. Dieses mit Pottasche und reinem Sande geschmolzen giebt die Smalte, ein blaues Glas, welches zu einem feinen Pulver zerrieben wird, und als eine der feuerbeständigsten Farben zur Mahlerey auf Porzellan und Fayence, auch zur Färbung der Stärke dient. Zu den schönsten Farben auf Porzellan muß das reinste, röthlichblaue Oxyd genommen werden.

382. Das **Uranium** ist ein von Hrn. Klaproth in der Pechblende entdecktes Metall. Die Farbe ist dunkelgrau, das specifische Gewicht 6,44 bis 6,94, die Härte gering, da es sich feilen und ritzen läßt. Es ist noch strengflüssiger als Magnesium, sehr feuerbeständig, und sehr schwer als Metall zu erhalten, nur in kleinen Kügelchen. Das Oxyd des-

selben ist gelb, so wie die Auflösungen in Säuren. Mit Alkali und Kieselerde schmilzt das Oxyd zu einem durchsichtigen hellbraunen, oder auch rauchtopasähnlichen Glase. Auf Porzellan giebt es eine dunkle orangene Farbe.

383. Das Titanium ist auch ein von Hrn. Klaproth zuerst in dem rothen Schörl aus Ungarn entdecktes Metall, dunkelkupferbraun von Farbe, spröde, doch in kleinen Blättchen etwas biegsam, äußerst strengflüssig, und daher sehr schwer aus seinem Oxyd herzustellen. Es hat starke Anziehung zum Oxygen, und läuft an der Luft bräunlich an. An der Luft geröstet wird es zu einem bläulichen Oxyd; je mehr es oxydirt wird, desto weißer. Das Metall selbst ist in Säuren leicht auflöslich; stark oxydirtes schwerer. Der Borax löset das Oxyd im Flusse auf, und wird davon schön hyacinthroth gefärbt. Auf Porzellan eingebrannt giebt es eine gut deckende reine strohgelbe Farbe. Dadurch und in Versetzungen mit andern Oxyden kann es für die Porzellanmahlerey nützlich werden.

384. Das Tellurium ist noch ein von dem gedachten großen Chemiker in einem Siebenbürgischen Golderze entdecktes Metall. Es hat eine zinnweiße, ins Graue fallende Farbe, mit starkem Metallglanze, ist sehr spröde und leicht zerreiblich, im Gefüge geradblätterich, nimmt langsam erkaltend eine krystallinische Form an, ist bis jetzt das leichteste Metall, mit dem specifischen Gewichte 6,115; ist sehr leichtflüssig, doch nicht so sehr als Bley, schmilzt vor dem Glühen; ist flüchtig, so daß es in verschlossenen Gefäßen durch mäßige Glühhitze wie Queckſilber aufgetrieben wird. Vor dem Schmelzrohre brennt es mit einer ziemlich lebhaften, am Rande grünlichen Farbe,

und

und verfliegt gänzlich in einem weißlich grauen Rauche mit einem besondern stinkenden Geruche. Das Oxyd ist sehr leicht schmelzbar, und das Metall daraus leicht herzustellen.

385. Das **Arsenikmetall** hat im frischen Bruche eine weißgraue, glänzende Farbe, die bald schmutzig gelb und dann schwarz wird, ein blätterichtes Gefüge, ist sehr zerbrechlich, so daß es sich sehr fein zerpulvern läßt, doch aber (nach Bergmann) härter als Kupfer. Durch die Wirkung der oxydirenden Luft verliert es nicht allein seinen Glanz, sondern wird auch mürbe, sogar staubartig. Es ist das flüchtigste aller Metalle, kann in gesperrten Gefäßen krystallinisch aufgetrieben werden, giebt schon bey 356 Gr. Fahrenh. sichtbare Nebel, brennt auf Kohlen gestreut mit einer dunkeln weißbläulichen Flamme, und einem weißen nach verfaultem Knoblauch riechenden Dampfe, der sich an kalten Körpern als ein weißer Beschlag anlegt. Dieses ist das weiße Arsenik, welches oben (306.) bey den Säuren vorgekommen ist. Mit dem Schwefel verbindet das Arsenikmetall sich leicht durch Schmelzung und durch Sublimation; die Mischung ist gelb oder roth. Die rothe wird durch Verbindung mit Säuren gelb. Mit Phosphor verbindet es sich in einer gelinden Schmelzhitze zu einem schwarzen, glänzenden, spröden Körper. Fette Öle lösen es im Kochen zu einer schwarzen zähen Masse auf, noch leichter den weißen Arsenik. Wenige Säuren können das Arsenik aufgelöset erhalten, weil es selbst durch die Oxydation saurer Natur wird. In dem Gas der übersauren Salzsäure entzündet es sich, und wird Säure. Die Verpuffung mit Salpeter verwandelt es in eine vollkommene Säure. — Fast mit allen Metallen läßt sich das Arsenikmetall zu-

zusammenschmelzen, macht die geschmeidigen spröde, die weichen hart, die strengflüssigen leichtflüssiger, einige leichtflüssige zwar auch schwerflüssiger, die gelben und rothen weiß, die weißen grau, das Zinn ausgenommen, macht sie einer hellern Politur fähig, und kann aus allen durch starkes Feuer herausgetrieben werden, nimmt aber auch einen Theil von ihnen mit sich fort. Die Metalle werden häufig durch Arsenik mineralisirt angetroffen. — Die Arsenikſäure benimmt den Gläsern ihre Farbe.

386. Das Wolfram- oder Tungsteinmetall ist aus dem Wolfram und dem Tungstein (Schwerstein) bis jetzt nur in sehr geringer Menge erhalten, von den Hrnn. Elhuyar, den Entdeckern desselben, als ein Korn, das aus vielen kleinen sehr zerreiblichen Kügelchen zusammengesetzt war, stahlgrau, äußerst strengflüssig, ziemlich hart, wie Zink. Das specifische Gewicht fanden sie 17,600. Die Herren Ruprecht und Tondy erhielten dieses Metall in einem kleinen zusammenhangenden convexen Tiegelsatze, röthlich braun von Farbe, im Bruche blätterricht, mit glänzenden Blättchen, deren Glanz sich ins Gelbe zog, ein wenig geschmeidig, doch weniger als Zink, hart wie Wismuth. Der Strich auf dem Probierſteine war dunkelgrau, fast ohne Glanz. Das specifische Gewicht war 6,823. Es ist äußerst strengflüssig und feuerbeständig. Von der Tungsteinsäure oben (310.).

387. Das Molybdän- oder Wasserbleymetall ist bis jetzt auch nur in sehr geringer Menge aus dem Wasserbley *), worin es durch Schwefel mineralisirt ist, erhalten worden, von Pelletier nur

*) Dieses Mineral ist nicht mit dem Reißbley oder Schreibbley zu verwechseln.

nur als eine zusammengebackene, schwärzliche, zerreibliche, metallisch glänzende Masse, in welcher sich kleine graue glänzende Kügelchen zeigten, mit dem specifischen Gewichte von etwa 6,000. Durch starke Erhitzung verwandelte es sich in ein weißes, flüchtiges, in glänzenden Nadeln krystallisirtes Oxyd, das schnell zu einer Säure wird. Nach andern Versuchen war das Metall zusammengeflossen, stahlgrau, von körnigem Gewebe, nicht hart, mehr mürbe, spröde, mit dem specifischen Gewichte 6,963. Von der Wasserbleysäure oben (309.).

388. Das Chromium (Farben gebendes Metall) ist von den Hnn. Klaproth und Vauquelin zuerst in dem sibirischen rothen Bleyspath als Oxyd entdeckt; nachher auch in dem grünen Bleyspath, in dem peruanischen Smaragd, in dem Rubin Spinell und im sächsischen Serpentin gefunden. Das Metall ist graulich weiß, sehr hart, zerbrechlich und strengflüssig, oxydirt sich schwer, wird von der Schwefel- und Salzsäure nicht angegriffen, von der Salpetersäure, und schneller von dem Goldscheidewasser, mit grüner Farbe oxydirt, und darauf in den Zustand einer Säure gebracht, die orangengelb ist. Von der Chromiumsäure oben (311.).

V. Brennbare Materien.

389. Brennbare Körper sind solche, die ganz oder zum Theil aus Stoffen bestehen, welche bey hinlänglicher Erhitzung mit Glühen oder mit Flamme verflüchtigt werden. Von der Beschaffenheit und Ursache dieser Auflösung in der Folge. Hier sollen die Materien und Körper betrachtet werden, welche derselben fähig sind. Einige sind einfache oder unzerlegte, andere sind zusammengesetzte. Zu jenen gehören

ren einige Metalle, von welchen schon Nachricht ertheilt ist; dann der Wasserstoff (Hydrogen), Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff.

390. Der Wasserstoff *) ist die Grundlage der entzündbaren Luft, der flüchtigste aller brennbaren Stoffe. Diese Luftgattung (Wasserstoffgas) wird auf mehrere Arten erhalten, am leichtesten durch Auflösung verschiedener Metalle, insbesondere des Eisens oder Zinks, in verdünnter Schwefel- oder Salzsäure, wobey in der mit Wasser gesperrten Vorlage der Luftgeräthschaft der entwickelte luftförmige Stoff aufgefangen wird. Das Wasser in der angewandten Säure wird hiebey zersetzt (270.). Noch reiner wird dieses Gas erhalten, wenn man Wasserdämpfe durch ein glühendes eisernes, mit blankem Eisendrath gefülltes Rohr streichen läßt, und sie in der gedachten Vorlage auffängt. Beym Verbrennen des Weingeistes, der Naphthen, und vegetabilischer oder animalischer Körper, entsteht es auch, aber nicht rein.

391. Die entzündbare Luft ist mit Wasser gar nicht oder nur schwer mischbar. Sie ist viel leichter als gemeine Luft, im reinsten Zustande 12 bis 13 mahl leichter, daher große mit ihr gefüllte Bälle bald nach ihrer Entdeckung zur Luftschifffahrt angewandt sind. Dem thierischen Leben ist sie nachtheilig. Pflanzensamen keimen in ihr nicht; doch erhalten sich Pflanzen in ihr der Sonne ausgestellt mehrere Tage lang ziemlich gut, und vermindern sie. Insbesondere ist diese Luftgattung wegen ihrer Entzündbarkeit merk-

*) Die Benennung daher, weil bey der Entzündung einer Mischung von entzündbarer Luft und Sauerstoffgas (Lebensluft) Wasser hervorgebracht wird, s. den VII. Abschnitt.

merkwürdig. Zwar löscht sie für sich allein ein hineingebrachtes Licht oder eine glühende Kohle gleich aus; wenn sie aber mit gewöhnlicher oder mit reiner Lebensluft vermischt ist, so entzündet sie sich, bey Annäherung einer Flamme oder durch den elektrischen Funken, auf einmal mit Geräusch oder mit einem heftigen Knalle. Fünf Raumtheile gemeiner und zwey Theile brennbarer Luft vermischt geben die stärkste Verpuffung; aber ein Theil reiner Lebensluft und zwey Theile brennbarer eine viel heftigere. Die unvermischte entzündbare Luft brennt in dem Halse einer Flasche ruhig herabwärts, weil die Berührungsfläche mit der äußern Luft klein ist.

392. Bey der Glühung vegetabilischer und thierischer Körper entbindet sich theils kohlensaures Gas (263.), theils eine aus diesem und aus Wasserstoffgas chemisch zusammengesetzte Gasart, die auch entzündbar, aber viel schwerer als reines Wasserstoffgas ist, und einen andern, unangenehmen Geruch hat, kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas (Gas hydrogène carboné). Das mit demselben zugleich entbundene, nur beygemischte, kohlensaure Gas läßt sich durch Kalkwasser wegwaschen, das schwere Wasserstoffgas aber wird von demselben nicht verschluckt. Durch Entzündung aber entsteht daraus Wasser und kohlensaures Gas. Aus sumpfigem Wasser erhält man dieses Gas durchs Umrühren, indem man die entstehenden Luftblasen in einer umgekehrten, vorher mit Wasser gefüllten, Flasche oder Blase vermittelst eines Trichters sammelt. Die Feuerschwaden in unterirdischen Höhlen und Bergwerken, vorzüglich in Steinkohlengruben, welche sich mit Heftigkeit an den Grubenlichtern entzünden, sind diese schwere Art entzündbarer Luft. Auch in den Gedärmen der Thiere ent-

entwickelt sie sich. Feurige Lufterscheinungen sind derselben zum Theil zuzuschreiben.

393. Der Schwefel ist eine bis jetzt unzerlegte Materie, blaßgelb, ohne Geruch und Geschmack, spröde, leicht zerreiblich, wird durch Reiben elektrisch, ist in Ölen vermittelst Erwärmung auflöslich, nicht in Wasser und Weingeist, leicht schmelzbar, sehr flüchtig und durch Erhitzung entzündlich, wird bey 212° Fahr. weich, bey 244° tropfbar flüssig, krystallisirt sich ruhig erkaltend strahlen- oder nadelförmig, verdunstet schon bey 150°, und giebt dabey einen starken Geruch. In verschlossenen Gefäßen legen sich die Dämpfe des geschmolzenen und erhitzt gehaltenen Schwefels in Gestalt feiner nadelförmiger Krystalle (Schwefelblumen) an der Wand des Gefäßes an. Bey dem Zutritte der Luft bis zu 300° erhitzt, entzündet sich Schwefel und brennt mit bläulichter Flamme, begleitet von einem sehr erstickenden Dampfe. Dadurch verwandelt er sich in Verbindung mit dem Oxygen der Luft in Schwefelsäure, und sein Dampf in eine unvollkommene Säure dieser Art (264. 267.).

Mit den fixen Alkalien verbindet sich der Schwefel zu einer im Wasser auflöslichen Masse, Schwefelalkali (Schwefelleber), woraus derselbe durch Säuren wieder geschieden wird (257.). Aus Schwefel, Ammoniak und ungelöschtem Kalk wird eine flüchtige Schwefelleber destillirt. Mit allen Metallen verbindet sich der Schwefel, nur nicht mit Platina, Gold und Zink. In den Erzen und Kiesen kommt diese Verbindung häufig vor. Mit Ölen und Fettigkeiten entstehen die Schwefelbalsame, bräunlich von Farbe und unangenehm von Geruch.

394. Wenn auf Schwefelleber eine verdünnte Säure gegossen wird, so entwickelt sich vermittelst der Zersetzung des Wasserantheils in der Säure ein zusammengesetztes Gas, das Schwefel in Wasserstoff aufgelöset enthält, hepatische Luft oder Gas hydrogène sulphuré. Man muß es über heißem Wasser auffangen. Es erstickt den Athem und die Flamme, ist aber unter Berührung mit gemeiner Luft entzündbar, und erzeugt beym Verbrennen nicht allein Wasser, sondern setzt auch Schwefel ab. Der Geruch ist sehr stinkend, wie von faulen Eyern. In den Schwefelbädern ist dieses Gas ein Bestandtheil. Auch durch Befeuchtung der Schwefelleber mit erwärmtem Wasser entwickelt es sich.

395. Die Dämpfe von Schwefel und von Alkohol vereinigen sich mit Erhitzung, und geben abgekühlt eine tropfbare-stinkende Flüssigkeit, woraus durch zugegossenes Wasser Schwefel niederfällt.

396. Der Phosphor (der Brandtisch-Kunkelsche) ist ein Product der Kunst, halb durchscheinend, blaßgelb, von Geschmack etwas herb und widrig, mit einem merklichen Knoblauchsgeruche, in dem Zusammenhange seiner Theile dem Wachse ähnlich, im Bruche glänzend, und, wenn er nach der Schmelzung langsam erkaltet, in prismatischen Nadeln oder länglichten Octaedren krystallisirt. Das eigenthümliche Gewicht hat Fourcroy 2,0332 gefunden. In Wasser und in Weingeist ist der Phosphor unauflöslich; in Ölen läßt er sich bey einem gewissen Wärmegrade auflösen, und macht sie, besonders das Nelkenöl, leuchten. Er ist flüchtig, leicht schmelzbar und sehr entzündlich. Schon in einer Temperatur nahe an der Frostkälte verdampft er an der atmosphärischen Luft, mit schwachem, im Dunkeln empfindba-

ren Leuchten. Bey 104° Fahrenh. schmilzt er, bey 120° oder noch darunter entzündet er sich mit heftiger Hitze, lebhaftem Lichte und Funkenwerfen. In der Lebensluft geschieht das Verbrennen mit viel größerer Heftigkeit und mit dem blendendsten Glanze. Merkwürdig ist es, daß der Phosphor unter dem Grade der Schmelzhitze in völlig reiner Lebensluft weder dampft noch leuchtet, so daß beide Materien für sich allein unter jenem Grade der Temperatur nicht auf einander wirken. Ohne durch eine andere Gasart aufgelöset zu seyn, verbrennt der Phosphor nicht. In Stickgas löset er sich leicht auf als Dunst, ohne jedoch zu leuchten und zu verbrennen; sobald man aber, selbst in niedrigerer Temperatur, Sauerstoffgas hinzuläßt, entsteht Leuchten und langsames Verbrennen. Das Stickgas ist also das Aneignungsmittel zwischen dem Oxygen und dem Phosphor. Wenn Phosphor im Stickgas leuchten sollte, so ist ohne Zweifel noch etwas Oxygen darin.

Wegen der Flüchtigkeit und Entzündbarkeit muß der Phosphor in luftleerem Wasser aufbewahrt werden. Er überzieht sich hierin aber mit einer weißlichen Rinde durch eine geringe Oxydirung, es sey durch die in das Wasser beym Eröffnen des Glases eindringende Luft, oder durch Zersetzung des Wassers.

Wie der Phosphor aus der Phosphorsäure gewonnen wird, ist (276.) angeführt. Ehedem hat man den Phosphor auf eine langweilige und ekelhafte Art aus Harn bereitet, da dieser Phosphorsäure enthält.

397. Wenn Phosphor in Wasserstoffgas gelegt wird, so wird ein weniges davon in diesem aufgelöset, und letzteres erhält von jenem einen besondern Geruch,

ruch, mit der Eigenschaft, in der Mischung mit Sauerstoffgas leuchtend zu seyn. Das mit Phosphor auf diese Art verbundene Wasserstoffgas heißt **phosphorichtes**, Gas hydrogène phosphoreux.

398. Wird Phosphor mit der Lauge eines ätzenden feuerbeständigen Alkali in einer Entbindungsflasche digerirt, so entwickelt sich anfänglich Wasserstoffgas, und zuletzt eine aus diesem Gas und dem darin aufgelöseten Phosphor zusammengesetzte Luftgattung, welche einen Geruch wie faule Fische hat, und bey der Hinzulassung der Luft unter den Recipienten des Queckſilberapparats sich mit einem Schlage und lebhaftem Lichte entzündet. Lebensluft darf man mit ihr unter dem Recipienten kaum zusammen bringen. Läßt man dieses Gas einige Zeit stehen, so scheidet sich der Phosphor ab, und es bleibt gemeine brennbare Luft zurück. Man nennt dieses zusammengesetzte Gas **phosphorhaltiges Wasserstoffgas**, Gas hydrogène phosphoré. Es entsteht durch Zerlegung der Bestandtheile des Wassers, dessen Hydrogen mit dem aufgelöseten Phosphor luftförmig geworden, da das Oxygen sich mit dem übrigen Phosphor verbunden hat, und phosphorsaures Alkali giebt. Die Bereitung dieses Gas erfordert Vorsicht. Es entwickelt sich durch Fäulniß aus animalischen und vegetabilischen Körpern. Daher **Irrlichter**.

399. **Kohlenstoff** ist eine einfache oder unzerlegte Materie, welche den größten Theil der gemeinen Arten von Kohlen ausmacht, womit man sie aber nicht verwechseln muß. **Kohle** ist der Rückstand eines ohne Zutritt der Luft durchs Feuer zerlegten vegetabilischen oder thierischen Körpers, nachdem alle flüchtigen Theile durch trockene Destillation (d. i. ohne Zusatz einer flüssigen Materie) ausgetrieben sind. Die

auf solche Art aus Holz insbesondere erhaltene vollkommene Kohle ist ein trockner, spröder, unschmelzbarer, im Wasser, in Ölen und in Weingeist unauflöslicher, geruch- und geschmackloser, schwarzer Körper, der in freyer Luft mit bloßem Glühen, ohne Rauch und Ruß, verbrennt. In verschlossenen Gefäßen leidet sie auch durch das heftigste Feuer keine Veränderung. Sie enthält noch einige fremdartige, feuerbeständige Theile, welche nach dem Verbrennen an freyer Luft als Asche zurückbleiben. Die Art, wie die Holzkohlen in den Kohlenmeilern bereitet werden, ist der trocknen Destillation des Chemikers ähnlich. Die Absicht des Verkohlens ist, die flüchtigen Theile zu vertreiben, welche Rauch und Ruß geben, und die Flamme durch Verbreitung schwächen, also ein stärkeres Brennmaterial zu erhalten. Bey der Bereitung mag die Kohle Sauerstoff in sich aufnehmen.

400. Die Kohle enthält auch Wasserstoff. Bey den Versuchen, welche Lavoisier mit dem Verbrennen der Kohlen in eingeschlossener reinen Lebensluft anstellte, zeigten sich Wassertropfen auf dem Queckſilber, welches die Glocke sperrte, und an der innern Fläche der Glocke selbst. Dieses muß durch Verbindung des Wasserstoffes in den Kohlen mit dem Oxygen der Lebensluft entstanden seyn.

Scheele fand, daß Kohlen, mit kaustischem Alkali zusammengerieben, und in einer Retorte destillirt, eine Menge brennbarer Luft gaben, ohne kohlensaure Luft; dagegen aber das Alkali seinen ätzenden Geschmack verloren hatte, und mit Säuren brauſete.

401. Kohle bis zum Glühen erhitzt und in Berührung mit Sauerstoffgas gebracht, entbrennt lebhaft mit Funkenwerfen, doch mit wenig glänzender Flamme. Es erzeugt sich ein Gas, das um die

Hälfte

Hälfte ſchwerer iſt als das Waſſerſtoffgas, das kohlenſaure Gas, deſſen Wirkungen in (263.) beſchrieben ſind. Die Kohle iſt in ihrem Verhalten gegen das Oxygen dem Phosphor und Schwefel ähnlich, und gehört mit denſelben, die fremdartigen Beymiſchungen abgerechnet, zu einerley Gattung von Stoffen. Auch jene mögen nicht ganz gleichartige Materien ſeyn. Der Kohlenſtoff, als eine einfache Materie, unterſcheidet ſich durch ſein Verhalten beym Verbrennen, insbeſondere dadurch, daß er die Grundlage einer eigenen Säure iſt, die für ſich allein nur in luftartiger Geſtalt erhalten werden kann. Daher entſteht bey der Verbrennung dieſes Stoffes viel weniger Hitze und Licht, als von jenen Stoffen, weil ein elaſtiſches Fluidum Wärmeſtoff zu ſeiner Bildung erfordert.

402. Die Nutzbarkeit der Kohlen iſt mannichfach, auch in chemiſcher Rückſicht. Eine in den neuern Zeiten von Lowitz entdeckte iſt, daß ſie ein ungemein wirkſames Mittel ſind, viele Flüſſigkeiten von einem brandichten oder ſonſt unangenehmen Geruche, und einer zweckwidrigen braunen oder andern Farbe zu befreyen. Z. B. der gemeine Branntwein wird durch bloße Zumiſchung eines zwölften Theils guten Kohlenpulvers, öfteres Schütteln und nachheriges Abſtehen in einer Flaſche von ſeinem übeln Geruch und Geſchmack gänzlich befreyet, verliert auch die vom Faſſe angenommene gelbe Farbe. Honig in Waſſer aufgelöſet und mit Kohlenpulver gekocht, verliert ſeinen eigenen Geruch und Geſchmack ſo völlig, daß er als Zucker recht gut gebraucht werden kann. Brauner Syrup wird auf dieſelbe Art waſſerhell, geruchlos und von reinem Zuckergeſchmack. Verdorbenes Waſſer wird dadurch trinkbar gemacht. In den Kü-

chen hat man schon lange die Holzkohle angewandt, Fischen aus moorigten Wässern den widrigen Geschmack zu benehmen. — Der Grund dieser Wirkungen wird in der starken Anziehung zwischen dem Kohlenstoffe und dem Oxygen liegen, deren letzteres durch die Kohle aus den färbenden und übelriechenden Entmischungen in den Körpern herausgezogen wird.

403. Durch die starke Anziehung des Kohlenstoffs zum Oxygen geschieht es, daß den metallischen Oxyden und der Phosphorsäure der Sauerstoff entzogen, daß vollkommene Schwefelsäure in unvollkommene verwandelt wird. Dadurch entsteht das Verpuffen des geschmolzenen glühenden Salpeters mit Kohlen, und die Alkalisirung desselben; dadurch giebt ein schwefelsaures Mittelsalz (z. B. Glaubersalz) mit Kohlenstaube zusammengeschmolzen Schwefelalkali (Schwefelleber). Dadurch wird das Wasser, wie weiter unten vorkommen wird, in seine Bestandtheile zersetzt, und mittelst des Kohlenstoffs wird Kohlensäure erzeugt.

404. Der Kohlenstoff ist in der Natur sehr verbreitet, in den Pflanzen ist er die Grundlage; in den thierischen Körpern ist er von Wichtigkeit; auch in dem Mineralreiche findet er sich. Eisenocher ist kohlensaures Eisen; Reißbley ist Eisen mit Kohlenstoff verbunden; Kohlenblende besteht größtentheils daraus. Einer der kostbarsten Edelgesteine sogar ist der reinste Kohlenstoff.

405. Dieses ist der **Diamant**, so sehr er auch durch seine äußerliche Beschaffenheit zu den Steinen zu gehören scheint. Er wird aber weder von Säuren noch von Alkalien auf irgend eine Art aufgelöset, da doch alle bekannten Erden durch eines von

dieſen

dieſen Mitteln auflösbar ſind. Beym Zutritte der Luft wird er in einem Schmelzofen verflüchtigt. Macquer brachte einen Diamant auf einer Kapelle unter eine Muffel in eine Hitze, die etwa zur Schmelzung des Kupfers erforderlich iſt; und ſah nach 20 Minuten, daß er mit einem kleinen, gleichſam phosphoriſchen, Lichtringe umgeben war; nach fernern 30 Minuten war derſelbe gänzlich verſchwunden. Dieſes iſt in der Folge mehrmals wahrgenommen. Diamanten, die d'Arcet auf das ſorgfältigſte in ſehr dicke Kugeln von Porzellanteig eingeſchloſſen hatte, verſchwanden, ohne die geringſte Spur nachzulaſſen. Obgleich die Porzellanmaſſe keinen Riß bekommen hatte, mußte doch die Luft bey der Erhitzung durchgedrungen ſeyn. Daſſelbe zeigt ſich bey Kohlenpulver, welches eben ſo eingepackt wird. Hingegen Diamanten in Kohlengeſtiebe wohl verwahrt, und dieſes mit feuerbeſtändigen Materien umgeben, bleiben, wie reine Kohle, in einem äußerſt heftigen Feuer unverſehrt. In dem Brennpuncte eines großen Brennglaſes allmählich erhitzt, verbrennt ein Diamant gänzlich. Lavoiſier fand, daß die atmoſphäriſche Luft unter der Glocke, in welcher Diamanten mittelſt eines ſehr großen Brennglaſes zum Theil zerſtört waren, ſich vermindert hatte, und Kalkwaſſer trübte, wie es Kohlenſtoff thut. Daß der Diamant aus Kohlenſtoff beſteht, iſt in der Folge noch durch verſchiedene Verſuche beſtätigt worden. Eiſen, worin ein Diamant eingeſchloſſen war, iſt durch Schmelzung in Gußſtahl verwandelt, wie beym Cementiren durch Kohlenpulver. Schwefelſäure iſt durch einen Diamant ihres Oxygens beraubt worden, wie durch Kohle. Salpeter, in einer goldenen Röhre mit Diamant geglüht, hat kohlenſaures Alkali gegeben, das aus Kalkwaſſer kohlenſauren Kalk niederſchlug.

Der Diamant ist der reine Kohlenstoff. Beym Verbrennen liefert er nichts als Kohlensäure, ohne allen Rückstand, erfordert viel mehr Hitze zum Verbrennen als die Holzkohle, verschluckt mehr Sauerstoff, und erzeugt mehr kohlensaures Gas als jene. Diese Resultate zieht Guyton aus seinen Versuchen *).

406. Zusammengesetzte brennbare Materien sind: Weingeist, Naphthen, Öle, Wachs, Harze, Balsame, Kampher, Fett.

407. Der Weingeist ist eine farbenlose, sehr leichte, stark riechende und schmeckende, beym Genusse erwärmende und berauschende, flüchtige, entzündliche, mit einer schwachen Flamme, ohne Rauch und Ruß, mit einem Rückstande von wenigem Wasser, verbrennende Flüssigkeit. Man erhält sie durch die Destillation des Weines, des Bieres und anderer zur weinichten Gährung vorher gebrachten Aufgüsse auf Pflanzentheile, selbst aus der thierischen Milch, wegen des darin befindlichen Milchzuckers. Ein Weingeist, welcher fremdartige, zuweilen brandig säuerliche Stoffe, mit vielem Wasser, enthält, heißt Branntwein. Durch wiederholte gelinde Destillation desselben für sich, oder über trocknem luftsauren Pflanzenalkali gewinnt man den reinern und verstärkten Weingeist. Der reinste, von allem außerwesentlichen Wasser befreyte, oder höchst rectificirte Weingeist heißt Alkohol. Aus allen gegohrnen Körpern erhält man durch Rectification einerley Weingeist.

408. Höchst entwässerter Alkohol gefriert in der größten Kälte nicht, selbst Branntwein erst bey 6° Fahr. unter 0. Weingeist verdunstet leicht, kocht eher als Wasser, und entzündet sich, im reinsten Zustande,

*) Gilberts Annalen der Physik, Bd. II. S. 598.

ſtande, an einem Lichte, ohne erwärmt zu ſeyn. Verbrennt man den Alkohol in einem mit Lebensluft gefüllten und mit Queckſilber geſperrten Gefäße, und ſammelt die ſich verdichtenden Dämpfe, ſo werden aus 16 Unzen Alkohol über 18 Unzen Waſſer erhalten. Zugleich entſteht Kohlenſäure. Wenn die Dämpfe des ſiedenden Alkohols durch eine glühende porzellanene Röhre getrieben werden, ſo gehen in die Vorlage des pneumatiſchen Apparats kohlenſaures Gas und brennbares Gas über. An der innern Fläche der Röhre findet ſich ein ſchwarzer, ſehr feiner Ruß. Die Beſtandtheile des Alkohol ſind alſo außer dem weſentlichen Waſſer (Oxygen und Hydrogen) noch Kohlenſtoff und Hydrogen; in welchen Verhältniſſen ſie ſeyn, iſt noch nicht genau beſtimmt. Lavoiſier rechnet 28 Theile Kohlenſtoff und 8 Theile Waſſerſtoff auf 64 Theile Waſſer.

409. Der Weingeiſt iſt nicht gährungsfähig. Er iſt ein Mittel wider die Fäulniß durch den in ihm enthaltenen Kohlenſtoff (263.), und dadurch, daß er den organiſchen Körpern, die damit übergoſſen werden, das Wäſſerichte entzieht.

410. Der Weingeiſt iſt mit Waſſer leicht miſchbar, und verdichtet ſich mit demſelben merklich (199.). Er löſet kauſtiſche Alkalien auf, verbindet ſich mit Säuren, mit ätheriſchen Ölen, Harzen (204.), mit Seife, Zucker, Kampher, Phosphor. Durch die Digeſtion gewürzhafter Pflanzen mit Weingeiſte wird ein Theil ihres flüchtigen Öls und harzichten Stoffes ausgezogen; man erhält eine Tinctur, Eſſenz oder Elixir, und durch die Abdampfung bis zur Honigdicke einen ſpirituöſen Extract. Durch die Deſtillation dieſer Tinctur erlangt man den Weingeiſt wieder, mit den aufgelöſeten riechbaren Theilen

des flüchtigen Öls reichlich versehen, oder ein destillirtes geistiges Wasser, z. B. Lavendelwasser, Rosmarinwasser. Die ausziehbare oder färbende Materie in der Tinctur bleibt zurück. Vermischt man die Tinctur, anstatt sie zu destilliren, mit einer großen Menge Wasser, so wird die Mischung milchicht, indem die harzichten Theile der Pflanze sich von den gummichten und salzichten, die aufgelöset bleiben, absondern.

411. Mit manchen Säuren verbindet sich der Weingeist, vermindert ihre Schärfe, oder macht sie milde und angenehmer von Geschmack, mit einem durchdringenden Geruche, daher man solche Verbindungen versüßte Säuren nennt. Wenn man z. B. Alkohol zu gleich vieler Schwefelsäure tröpfelt, so entsteht eine beträchtliche Hitze mit Aufwallen und Geräusch. Wird ferner dieses Gemisch bey gelindem Feuer destillirt, so geht in die Vorlage eine weiße, durchsichtige, sehr stark und angenehm riechende, auf der Zunge brennende Flüssigkeit über, die unter allen tropfbar flüssigen Stoffen der leichteste und flüchtigste ist, und sich schon bey Annäherung einer Lichtflamme, ohne berührt zu werden, entzündet. Ihre stark verdunstenden Theile fangen nämlich Feuer. Beym Verdunsten bringt sie eine große Kälte hervor. Ein Reaumürsches Thermometer, dessen Kugel mit einem in diese Flüssigkeit getauchten Stückchen Leinwand belegt wird, fällt bis 40 Grad unter den Eispunct, so daß man im heißesten Sommer dadurch Wasser zum Gefrieren bringen kann. Man nennt sie Aether oder Naphtha, und zum Unterschiede von andern Verbindungen dieser Art Schwefeläther oder Schwefelnaphtha. Mit Wasser vermischt sie sich nicht leicht, und erfordert zehnfaches Wasser; aber mit

Wein-

Weingeiſte in jedem Verhältniſſe der Menge. Sie löſet die Harze auf, auch die im Weingeiſte ſchwer oder gar nicht auflöslichen; das elaſtiſche Harz, dem ſie nach der Verdunſtung ſeine Federkraft läßt; die milden Öle, Fett und Wachs; kein Gummi. Einer Goldauflöſung entzieht ſie das Gold, welches nach der Verdünſtung der Naphtha als eine metalliſche Haut zurückbleibt. Auf das Eiſen wirkt ſie auf eine ähnliche Art. Auf andere Metalle oder ihre Oxyde ſcheint ſie keine Wirkung zu haben. Eine Vermiſchung der Schwefelſäure mit fünf bis ſechsmal ſo viel Alkohol giebt durch die Deſtillation die verſüßte Schwefelſäure, oder den liquor anodynus mineralis Hoffmanni.

412. Siedende Naphtha giebt in dem pneumatiſchen Apparat ein brennbares Gas, das, mit Lebensluft oder gemeiner Luft vermengt, Knallluft wird. In ſtarker Kälte verdichtet es ſich zu einer tropfbaren Flüſſigkeit. Es riecht wie Naphtha, und iſt der flüchtigſte Antheil derſelben.

413. Die concentrirte Salpeterſäure wirkt weit heftiger auf den Weingeiſt, als die Schwefelſäure, und liefert mit demſelben, auch ohne Deſtillation, Salpeteräther oder Salpeternaphtha. Ihre Bereitung erfordert viele Vorſicht. Sie hat eben ſolche Eigenſchaften als die Schwefelnaphtha, iſt aber noch flüchtiger, und unterſcheidet ſich auch durch Farbe, Geruch und Geſchmack. Die verſüßte Salpeterſäure (ſpiritus nitri dulcis) wird durch die Deſtillation einer größern Menge Alkohol mit Salpeterſäure erhalten. — Die Eſſignaphtha, aus Eſſig und Weingeiſt, iſt den andern Naphtha-Arten ähnlich, löſet ſich im Waſſer leichter als Schwefelnaphtha auf, brennt mit einer ſehr lebhaften Flamme,

giebt

giebt Ruß, und läßt eine Spur von Kohle nach. — Die Naphthen enthalten Alkohol, Hydrogen, Kohlenstoff, Oxygen, und vermuthlich etwas von der säuernden Basis.

414. Die Oele sind leichtflüssige, im Wasser gar nicht oder sehr wenig auflösliche, brennbare Materien, welche aus Wasserstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff in verschiedenen Verhältnissen bestehen. Theils sind sie flüchtig, theils nicht. Jene, die ätherischen, scheinen den meisten Wasserstoff; diese, die fetten, den meisten Kohlenstoff zu enthalten.

415. Die fetten Oele (ausgepreßten, milden) werden fast einzig aus den Samen (den zweylappigen) der Pflanzen durchs Auspressen erhalten, als Lein-, Nuß-, Mandel-, Oliven-Öl. Sie sind alle leichter als Wasser, mit diesem und mit Weingeist nicht mischbar, im reinen Zustande milde von Geschmack und fast geruchlos, nicht flüchtig, und erst bey einem hohen Grade der Erhitzung, dem Siedgrade (600 Gr. Fahrenh.), entzündbar, wobey sie mit Zersetzung verdampfen. Daher vergeht ein Fleck von diesen Ölen auf Papier nicht durch Erwärmung; auch bedürfen sie zum Brennen eines Dochtes, durch welchen das Öl in sehr geringer Menge nach und nach zum Sieden gebracht wird. Einige fette Öle (Rüböl, Mandelöl) bleiben in starker Kälte noch flüssig; andere (Baumöl) verdicken sich, wenn Wasser noch flüssig bleibt; einige (Cacaoöl, Muskatennußöl, Lorbeeröl) müssen mehr oder weniger (bis 84° Fahr.) erwärmt werden, um zu zergehen. Diese letztern nennt man Pflanzenbuttern. Einige, als Leinöl, Mohnöl, trocknen an der Luft leicht, und werden zum Mahlen gebraucht; andere, als Baumöl, Mandelöl, Rübsamenöl, bleiben immer schmierig, und dienen

zum

zum Brennen, zum Einschmieren der Räder. Das Trockenwerden jener wird durchs Kochen mit Bleyoxyd (374.) befördert, indem das Öl daraus Oxygen aufnimmt, wie es langsamer aus der Luft geschieht. Das Ranzigwerden der Öle ist eine Zersetzung und Säuerung durch das Oxygen aus der Luft.

Mit den ätzenden Alkalien machen die fetten Öle Seifen (257. 259.). Die Wirkungen derselben und der Säuren auf einander sind oben (203.) angeführt. Jene entziehen diesen einen Theil des Oxygens. Die fetten Öle lösen Schwefel, Phosphor, Wachsharze und natürliche Balsame auf. Auf die leicht oxydirbaren Metalle wirken einige Öle, indem sie die Aufnahme des Oxygens aus der Luft befördern. Mit verschiedenen metallischen Oxyden verbinden sie sich leicht, durch Hülfe der Wärme, und machen pflasterartige Massen, als mit den Oxyden des Bleyes, des Wismuths, des Magnesium, des Arseniks. Vermittelst eines Gummi oder Pflanzenschleims werden sie mit Wasser mischbar, und geben Emulsionen oder eine sogenannte Pflanzenmilch.

416. Die ätherischen oder flüchtigen Oele (wesentliche *), destillirte) werden bey der nassen Destillation stark riechender und scharf schmeckender Pflanzentheile erhalten, von einigen auch durchs Auspressen. Das Innere der Samenkörner liefert kein solches; es würde dem Keime nachtheilig gewesen seyn. Das bey der Destillation übergehende Wasser ist mit dem flüchtigen Öle beladen, wovon es einen Theil aufgelöset enthält. Das nicht aufgelöste sondert sich in der Ruhe ab. Die meisten ätherischen Öle

*) Die fetten Oele sind den Pflanzen auch wesentlich.

Öle sind leichter als Wasser; einige, als Nelkenöl, Zimmtöl, sind schwerer. Sie sind, wie schon bemerkt ist, etwas auflösbar im Wasser, mehr oder weniger, und theilen demselben Geruch und Geschmack mit. Im Weingeist lösen sie sich auf. Ihr Geruch ist durchdringend und äußerst mannichfaltig, von jeder Pflanze anders; der Geschmack ist beizend, oft brennend; ihre Farbe ist verschieden, meistens gelblich und braunröthlich, aber auch blau, grün, roth, weiß. Sie verdunsten leicht, und bedürfen zum Brennen keines Dochtes. Sie entbinden dabey viele Wärme, mit lebhafter, sehr weißer Flamme, zugleich mit starkem Rauche und vielem Ruß. Wegen ihrer Flüchtigkeit verschwinden sie von einem Papiere bey der Erwärmung, welches ein Mittel ist, die Verfälschung durch fette Öle zu entdecken. Einige (Lavendelöl) sind dünnflüssig; andere (Muskatenöl) sind dickflüssig, oder haben stets eine butterförmige Gestalt, wie das Rosenöl. Viele bleiben auch in der Winterkälte flüssig; einige (Aniesöl, Fenchelöl) erstarren, oder gefrieren bey einem gewissen Grade der Kälte.

Mit den Alkalien verbinden die flüchtigen Öle sich nicht so leicht als die nichtflüchtigen; mit den Säuren, besonders der Salpetersäure, erhitzen sie sich stärker. Sie mischen sich mit einander, lösen die fetten Öle, Harze, Wachs, Schwefel und Phosphor auf. Metallische Salze und Auflösungen werden von ihnen, nur langsam, zersetzt. Aus einer Goldauflösung fällen sie das Gold. Mit Gummi und mit Zucker verbinden sie sich, und dadurch mit Wasser.

417. Wenn die fetten Öle Rauch und Ruß beym Verbrennen geben, so entstehen diese daher, daß die Luft nicht in das Innere der Flamme dringen kann.

kann. Aber in der Argandiſchen Lampe, worin die Luft mitten durch die Flamme ſtreicht, zeigt ſich kein Ruß. Es bildet ſich bloß Waſſerdunſt und kohlenſaures Gas. Lavoiſier hat Beobachtungen über das Verbrennen des Baumöls in dieſer Lampe angeſtellt, und aus der Menge der dazu verwandten Lebensluft und des erzeugten kohlenſauren Gas geſchloſſen, daß 100 Gewichttheile dieſes Öls 21 Theile Waſſerſtoff und 79 Kohlenſtoff enthalten, wobey aber das Oxygen des Öls nicht in Rechnung gebracht iſt.

418. Wenn ein ätheriſches Öl unter einer mit Lebensluft gefüllten Glocke verbrannt wird, ſo entſteht daraus auch Waſſer und kohlenſaures Gas. Der geringe Rückſtand iſt eine reine Kohle. Der Ruß rührt von den nicht verbrannten Theilen her, die ſich in ein brandiges Öl verwandeln.

419. Die brandigen (brenzlichen, empyreumatiſchen) Oele werden durch ſtrengere Wirkung der Hitze auf Pflanzentheile hervorgebracht, indem zu den Stoffen derſelben noch Oxygen hinzukommt. Sie haben einen widrigen, brandigen Geruch, einen herben, ſcharfen, bitterlichen Geſchmack, und eine dunkle Farbe. Den eigenthümlichen Geruch des deſtillirten Körpers hat nur das zuerſt übergehende. Durch wiederholte Deſtillation werden ſie den ätheriſchen Ölen ähnlich, und laſſen jedesmahl etwas Kohle zurück. Die fetten Öle geben bey der trocknen Deſtillation für ſich allein, ſtark erhitzt, außer dem kohlenſauren Gas und kohlenſtoffhaltigen Waſſerſtoffgas, auch ein ſehr widrig riechendes Öl, und eine wäſſerige, brandig riechende Säure, welche mit der Fettſäure des thieriſchen Fettes übereinkommt.

420. Das Wachs iſt den fetten Ölen ſehr ähnlich, iſt aber viel weniger leichtflüſſig als eines der-

derselben, hat einen merklichen, nicht unangenehmen Geruch, eine hochgelbe Farbe, und wird nicht ranzig. Außer dem Bienenwachs aus dem Blumenstaube der Gewächse findet sich fertiges Wachs in den Früchten einiger Bäume, und in der Rinde einer amerikanischen Palme.

421. Die Harze sind in der Kälte hart und sehr spröde, werden durch Erwärmung klebrig weich, fließen bey einer stärkern Hitze, entzünden sich leicht, und geben bey einer lebhaften Flamme vielen Rauch und Ruß. In Weingeist und Ölen sind sie auflöslich. Der erstere dient, sie aus den Pflanzentheilen, worin sie eingehüllt sind, zu ziehen, wenn sie nicht daraus unmittelbar in flüssiger Gestalt erhalten werden. Die Harze haben einen Geschmack, meistens etwas scharfen, und mehr oder weniger Geruch. Sie sind alle etwas weniges schwerer als Wasser. Man kann sie als ätherische Öle ansehen, die einen Theil des Wasserstoffs verloren, und dagegen Oxygen aufgenommen haben. Denn ätherische Öle verdicken sich durch Berührung mit Lebensluft und durch Verbindung mit Schwefel- oder Salpetersäure.

Pech unterscheidet sich vom Harze durch seine brenzliche Beschaffenheit.

422. Die Balsame, die natürlichen, sind dickflüssige Säfte aus Pflanzen, die leicht fest werden, von angenehmen, gewürzhaften Geruch und strengen Geschmack. Sie sind aus Harz und Benzoesäure (323.) zusammengesetzt. Die Säure wird aus ihnen mittelst Erhitzung in verschlossenen Gefäßen sublimirt. In Wasser gekocht machen sie es säuerlich.

Die künstlichen Balsame entstehen durch Auflösung wohlriechender flüchtiger Öle in Weingeist, oder durch Verbindung derselben mit Harzen.

423.

423. Der Kampher ist ein Bestandtheil verschiedener Pflanzen, ein weißer, glänzender, durchscheinender, fester, brüchiger Körper, leichter als Wasser, von krystallinischem Ansehen, durchdringendem Geschmack und Geruch, mit vieler Wirksamkeit auf die Lebenskraft. Er ist sehr flüchtig, fließt in mäßiger Hitze wie ein Öl, entzündet sich an einer Lichtflamme, und brennt mit lebhafter Flamme und vielem Rauch, setzt Ruß ab, ohne einen Rückstand zu lassen. In verschlossenen Gefäßen sublimirt er sich gänzlich, ohne zersetzt zu werden. In Alkohol ist er auflöslich, auch in allen Ölen, und ist mit Wachs, Harzen und Balsamen mischbar. Wasser erhält von Kampher merklichen Geruch und Geschmack. Durch Vermittelung eines Pflanzenschleims nimmt es denselben auf. Von den ätherischen Ölen unterscheidet er sich besonders durch sein Verhalten gegen die wirksamen Säuren. Starke rauchende Salpetersäure löset den Kampher auf, ohne starke Erhitzung; die Auflösung hat das Ansehen eines Öls, und durch zugegossenes Wasser scheidet sich der Kampher wieder ab. Einige schreiben dem Kampher eine eigene Säure zu; andere halten sie für Benzoesäure (323.). Ist das letztere richtig, so wäre Kampher eine Art Balsam.

424. Das Fett, welches sich in dem Zellgewebe des thierischen Körpers, abgesondert von andern Theilen, befindet, ist den fetten Ölen in seinen Eigenschaften und in dem Verhalten gegen andere Körper ähnlich. Durch Hitze zersetzt liefert es eben die Producte, welche jene geben. Die Fettsäure (329.), welche hierbey erhalten wird, ist einer brandigen Säure aus fetten Ölen (419.) ähnlich. Das thierische Fett giebt bey der trocknen Destillation kein Ammoniak. Es ist von verschiedener Beschaffenheit, Talg, Schmalz, Thran.

425. Die brandigen Öle, welche durch Destillation thierischer Theile erhalten werden, lassen sich durch wiederholte Destillation reinigen, und den ätherischen Ölen ähnlich machen. Ein solches gereinigtes und ungefärbtes Öl ist Dippels thierisches Öl.

Die Untersuchung der Erdharze wird bis zur Mineralogie aufgeschoben.

VI. Die Luft des Dunstkreises.

426. Die Luft, in welcher wir leben, enthält sehr viele und mancherley fremdartige Theile beygemischt, die ihr durch die Ausdünstung des Wassers, durch die Entwickelung der Bestandtheile der Körper in luftförmiger Gestalt, durch die Auflösung salzichter Materien, vermittelst der in ihr befindlichen Feuchtigkeit, und auf andere Art zugeführt werden. Daher entstehen viele Veränderungen in der Witterung; daher ist auch ihre Beschaffenheit der Gesundheit bald zuträglich, bald nachtheilig.

427. Die von der Luft aufgelöseten Feuchtigkeiten können ihr so angeeignet werden, oder gar in einen luftförmigen Zustand übergehen, daß sie mit der Luft eine gleichartige Flüssigkeit bilden. Diese gebundene Feuchtigkeit kann kein Werkzeug angeben, sondern nur die freye, der Luft bloß beygemischte. Ein Werkzeug, das die Menge der freyen Feuchtigkeit in der Luft zu beurtheilen dient, heißt ein Hygrometer oder eigentlich nur ein Hygroskop. Ein solches enthält einen Körper, welcher die Feuchtigkeit aus der Luft leicht aufnimmt und auch wieder fahren läßt, wenn die Luft trockner wird. Man hat dazu schon seit langer Zeit hanfene Fäden oder Darmsaiten gebraucht, als welche sich bey feuchter Witterung verkürzen, bey trockner verlängern, zugleich sich auch dre-

drehen, wenn ſie dazu die Freyheit haben. Doch verlieren dieſe Werkzeuge mit der Zeit ihre Brauchbarkeit; auch zeigen die gemeinen Arten gar keine Gränzen, oder ſonſt beſtimmte Puncte der Näſſe und Trockniß. Weit vollkommener iſt das Hygrometer des Hrn. von Sauſſure, welches ein gehörig dazu ausgeſuchtes, in einer Lauge gekochtes, Menſchenhaar enthält, mit einem Zeiger an einer Scheibe, um kleine Veränderungen in der Länge des Haars leicht bemerklich zu machen. An der Zifferſcheibe ſind die Puncte bemerkt, bey welchen das Haar in dem Zuſtande der größten Trockenheit oder Feuchtigkeit iſt. Dieſem Hygrometer macht das neueſte von Hrn. de Luc angegebene den Rang ſtreitig. Es enthält einen ſehr feinen Streifen von Fiſchbein, nach der Breite der Faſern abgezogen. — Man kann durch das Hygrometer die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit nicht meſſen, weil der zu dieſem Werkzeuge gebrauchte Körper, wenn er mit Feuchtigkeit faſt geſättigt iſt, wenig mehr aufnehmen möchte, indeſſen die Luft noch ſehr empfänglich bleiben kann; auf der andern Seite kann der Körper faſt alle Feuchtigkeit verlieren, die Luft aber noch viele behalten. Der hygroſkopiſche Körper zeigt zweyerley zugleich an, die Fähigkeit der Luft, Feuchtigkeit mitzutheilen oder anzunehmen, und ſeine eigene, ſie anzunehmen, oder fahren zu laſſen. — Man hat mancherley Arten von Hygrometern.

428. Die untere Gegend des Dunſtkreiſes wird durch das Athemholen und die Ausdünſtungen der Thiere, durch Verbrennen ſo vieler Materien, durch gährende und faulende Körper, mit vieler Kohlenſäure beladen, die aber größtentheils vom Waſſer und den Pflanzen wieder eingeſogen wird. Ihre Gegenwart zeigt ſich durch die Wirkung der Luft auf kauſtiſches

Alkali, Kalkwasser und gebrannten Kalk (263. 335.). Die in der Luft enthaltene Kohlensäure beträgt von 0,01 bis 0,02 derselben. Dieses zu untersuchen, muß man Luft in ein Gefäß über Kalkwasser oder flüssigem ätzenden Ammoniak bringen, und beobachten, wie viel sie wegen der von dem Wasser eingesogenen Kohlensäure vermindert wird *).

429. Die Luft hielt man sonst für ein einfaches Element. Die neuern Versuche aber haben gezeigt, daß sie, zufällige Beymischungen bey Seite gesetzt, aus zwey Grundmaterien besteht, deren eine zur Unterhaltung des thierischen Lebens und der Flamme, auch zur Oxydirung der Metalle tauglich, der andere es gar nicht ist. Jene heißt Lebensluft, oder Sauerstoffgas (Gas oxygène), diese Stickgas (Gas azote), auch ohne den unterscheidenden Beysatz des atmosphärischen. Man pflegt das Verhältniß beider in der Atmosphäre wie 27: 73 anzunehmen. Auch fand Herr von Humboldt durch viele mit einem Eudiometer vermittelst Salpetergas angestellte Beobachtungen zu Salzburg vom November bis April den Sauerstoffgehalt der Luft zwischen 0,290 und 0,236. Neulichst hat er mit einem Eudiometer vermittelst entzündbarer Luft den Sauerstoffgehalt zu Paris durchgängig nur 0,21 gefunden.

430. Das Sauerstoffgas ist eine elastische, dünne, unsichtbare Flüssigkeit, der gemeinen Luft ähnlich, etwas schwerer als diese, wie 13: 12. Es besteht aus dem in (262.) beschriebenen Sauerstoff (Oxy-

*) Hr. von Humboldt hat zu dieser Untersuchung ein besonderes Instrument erfunden, welches er in seinen Versuchen über die chemische Zerlegung des Luftkreises, Braunschweig 1799, beschreibt. Daraus in Gilberts Annalen der Physik, Bd. III. S. 77.

(Oxygen) und Wärmeſtoff. Der Sauerſtoff iſt für ſich allein nicht darſtellbar, ſondern iſt entweder gasförmig in Wärmeſtoff aufgelöſet, oder mit andern Materien, durch Verbrennen, Erhitzung oder langſame Einwirkung bey niedriger Temperatur, verbunden. Am reinſten wird es aus dem rothen Queckſilber-Oxyd (371.) durch ſtarke Erhitzung erhalten, wobey das Queckſilber wieder hergeſtellt wird; am leichteſten und wohlfeilſten aus dem Braunſtein, dem Erze des Magneſium (379.); dann auch aus dem Salpeter durch Glühen (283.). Andere Entbindungsarten, als aus Mennige, Zinkblumen u. m. durch Befeuchtung mit Salpeterſäure, oder auch ohne dieſes Hülfsmittel, geben kein reines Sauerſtoffgas. Dieſes Gas wird in dem pneumatiſchen Apparat über Waſſer aufgefangen, weil es ſich damit nur ſchwer miſcht.

431. Dieſe Luftgattung iſt ſo viel tauglicher zum Einathmen, daß ein Thier in einem mit derſelben angefüllten beſchloſſenen Raume fünf bis ſechsmahl länger lebt, als wenn derſelbe Raum gemeine Luft enthält. In der That iſt ſie die einzige zur Unterhaltung des thieriſchen Lebens dienliche. Eben ſo verhält ſie ſich in Abſicht auf das Verbrennen. Eine Kerze erhält ſich darin ſechs bis ſiebenmahl länger brennend als in gemeiner Luft, mit einer viel lebhaftern Flamme und mehrerer Hitze. Glimmender Docht geräth darin gleich in Flamme; ein feiner ſtählerner Drath oder eine Uhrfeder, die man an der Spitze glühend gemacht hat, ſchmilzt und verbrennt darin mit Funkenwerfen; Kampher, noch viel ſtärker aber Phosphor, brennen in dieſer Luft mit einem blendenden, die ganze Glocke erfüllenden Glanze. Wenn man dieſe Luft aus einer Blaſe durch eine Röhre mit einer feinen Spitze und

Öffnung auf eine Lichtflamme treibt, und dieſe auf einen kleinen Körper leitet, ſo wird dieſer gleich geſchmolzen oder verflüchtigt, z. B. ſelbſt Platinakörner, die man auf einer Kohle entgegen hält. Die Metalle werden in einem mit dieſer Luft gefüllten verſchloſſenen Gefäße viel leichter und in größerer Menge oxydirt, als in gemeiner. In derſelben wird von einem verbrennlichen Körper dreymal mehr verzehrt, als in eben ſo vieler gemeinen Luft. Sie verſchwindet gänzlich, wenn der verbrennende Körper ſie in ſich aufnehmen kann, dagegen von der gemeinen Luft beynahe drey Viertel übrig bleiben.

432. Wenn man die Erſcheinungen beym Verbrennen in dem Sauerſtoffgas und in der atmoſphäriſchen Luft mit einander vergleicht, ſo erhellt aus der Gleichartigkeit derſelben, daß das Mittel des Verbrennens in beiden daſſelbe iſt, daß aber ſeine Wirkſamkeit in der gemeinen Luft durch die Verbindung mit einer andern Materie beſchränkt wird. In beiden Luftgattungen wird dieſen ſo viel entzogen, als dem verbrannten Körper an Gewicht zugeſetzt iſt; in dem Sauerſtoffgas alles, wenn der verbrennliche Körper zureicht; in der gemeinen Luft nur ein Theil, in dem der Reſt nach dem Aufhören des Brennens unfähig iſt, weiter eine Flamme zu unterhalten, oder ein Thier darin athmen zu laſſen. Setzt man der erſchöpften gemeinen Luft ſo viel Sauerſtoffgas zu, als ſie verloren hat, ſo erhält man wieder eine der gemeinen ganz gleiche Luft, mit welcher man auf dieſelbe Weiſe und in derſelben Zeit die Verbrennung eines gleichen Körpers vornehmen kann. Doch mögen in der gemiſchten künſtlichen Luft beide Grundſtoffe nicht ſo genau verbunden ſeyn, als in der atmoſphäriſchen.

433.

433. Das Gas, welches nach dem Verbrennen in reiner atmoſphäriſcher Luft übrig bleibt, wenn der verbrannte Körper nicht darin aufgelöſet ward, das Stickgas, iſt ſchnell erſtickend, und löſcht einen brennenden Körper aus, als wenn er in Waſſer getaucht würde, ganz das Gegentheil des Sauerſtoffgas. Es iſt etwas leichter als gemeine Luft, wie 26: 27. Von Waſſer, von Säuren, von Alkalien wird es nicht verſchluckt, und Pflanzenfarben werden durch daſſelbe nicht verändert. Ein Gemiſch von 7 Gewichttheilen Sauerſtoffgas und 3 Theilen Stickgas wird durch oft wiederholte Durchgänge elektriſcher Funken in Salpeterſäure verwandelt. Dieſes geſchieht in einer mit Queckſilber geſperrten Röhre über einer alkaliſchen Auflöſung.

434. Die Grundlage dieſes Gas, das Azot, läßt ſich für ſich allein nicht darſtellen, und iſt, wie das Oxygen, entweder gasförmig mit Wärmeſtoff verbunden, oder in andern Körpern enthalten. Es iſt die Baſis der Salpeterſäure, ein Beſtandtheil des flüchtigen Alkali, der thieriſchen Körper und vieler Pflanzen, auch in den Schwimmblaſen der Fiſche befindlich. Da das Stickgas etwa drey Viertel des Luftkreiſes oder gar noch weniger ausmacht, ſo läßt dieſe große Menge des Azots auf die Wichtigkeit deſſelben in den Naturwirkungen ſchließen. Bisher iſt es noch nicht zerlegt worden. Als Baſis der Salpeterſäure heißt das Azot bey deutſchen Chemikern auch Salpeterſtoff (nitrogenium), und das Gas deſſelben Salpeterſtoffgas (289.).

435. Jede Entziehung des Oxygens aus der Luft läßt Stickgas zurück, nur oft noch mit einem Rückſtande von Oxygen, oder mit Beymiſchung eines andern Stoffes aus dem verbrannten Körper, und der

Kohlensäure durch das Athmen eines Thieres. Am reinsten wird das Stickgas durch Verbrennung von Phosphor oder Metallen erhalten, nur ist das Verfahren mühsam und kostbar. Durch den Pyrophor, einen an der Luft von selbst leicht entzündlichen Körper, der ohne Dampf mit Glühen verbrennt, wird die in einem Gefäße beschlossene atmosphärische Luft in dem Verhältnisse 100: 72½ vermindert. Der Rest ist Stickgas mit Kohlensäure, die man noch wegschaffen muß. — Man fülle den achten Theil einer großen Flasche mit einer Auflösung von Schwefelalkali in Wasser an, verstopfe sie wohl, und setze sie umgekehrt in ein Gefäß mit Wasser, um der äußern Luft allen Zugang zu verwehren. Nach einigen Tagen öffne man die Flasche unter dem Wasser, so dringt dieses hinein an die Stelle der von der Auflösung verschluckten Luft. Die Verminderung beträgt etwa ein Fünftel. Das übrige Gas wird durchs Schütteln ausgewaschen, und ist dadurch reines Stickgas. — Ein Aufguß von schwacher vollkommener Salpetersäure auf Fleisch von Thieren giebt es reichlich.

436. Die Verbindung des Sauerstoffgas mit dem Stickgas mag eine solche Aneignung seyn, wie die der Salze, der Säuren und des Alkohol mit Wasser, wobey jedes zwar seine Eigenschaften behält, aber doch in seinen Verhältnissen gegen andere Körper eine Aenderung leidet. Daher ist die Wirkung des Sauerstoffgas in der Verbindung mit Stickgas schwächer, als wenn es gesondert ist. Eine Mischung von beiden ist specifisch schwerer, als eine bloße Mischung seyn müßte, welches eine Verdichtung anzeigt. (III. 211.).

437. Die in (284.) angeführte Eigenschaft des Salpetergas hat zu der Erfindung eines Instruments An-

Anlaß gegeben, wodurch man die Menge des in einer Luftgattung enthaltenen Sauerſtoffs erforſchen kann. Man nennt es ein Eudiometer, Luftgütemeſſer; eigentlich iſt es ein Sauerſtoffmeſſer. Der Erfinder iſt Prieſtley. Andere haben es auf mancherley Art abgeändert; die bequemſte Einrichtung iſt die von Fontana angegebene *). In eine genau gleich weite Glasröhre, die mit Waſſer gefüllt iſt, wird von der zu unterſuchenden Luft eine bekannte Menge aus einem dazu eingerichteten Maaße in der Luftgeräthſchaft (244.) gebracht, wobey das Waſſer in der Röhre, ſo viel nöthig, Platz einräumt. Darauf wird das Salpetergas aus dem gedachten Maaße hineingeleitet. Bey der Vermiſchung entſteht Salpeterſäure, welche von dem Waſſer verſchluckt wird. Aus der Menge der verſchwundenen Luft beurtheilt man den Gehalt an Sauerſtoff in der geprüften Luftgattung. Bey dem Gebrauche dieſes Inſtruments muß man wiſſen, wie viel Salpetergas zur Sättigung einer gegebenen Menge Sauerſtoffs erforderlich iſt. Das Verhältniß beider iſt wegen der verſchiedenen Beſchaffenheit des Salpeters veränderlich. Daher wird es auch verſchiedentlich angegeben. Man pflegt es wie 172: 100 anzunehmen, dagegen aber Hr. von Humboldt es wie 255: 100 findet. Dadurch iſt der Gebrauch dieſes Eudiometers etwas unſicher. Auch erfordert es noch einige Rückſichten, um ein

*) Beſchreibung und Abbildungen nebſt dem Verfahren in Ingenhouß Verſuchen mit Pflanzen, 1. Th. S. 194 ff. 2te Ausg. 1786. Von demſelben und von andern Eudiometern in Scherers Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre; in Gehlers phyſikaliſchem Wörterbuche, 2ter und 5ter Theil, wozu der Artikel, Eudiometer, in Fiſchers phyſik. Wörterbuche einige Zuſätze liefert.

ſicheres Reſultat zu erhalten *). Die Beſchaffenheit eines mit der atmoſphäriſchen Luft zufällig gemiſchten Stoffes zeigt es nicht an.

438. Es giebt noch andere eudiometriſche Proceſſe. Scheele brachte ein Gemenge von Schwefel und Eiſenfeile, mit Waſſer angefeuchtet, unter ein Gefäß, das atmoſphäriſche Luft beſchloß. Dieſe ward dadurch vermindert, faſt immer um $\frac{3}{11}$, woraus folgt, daß das Sauerſtoffgas in der gewöhnlichen Luft den eben ſo vielten Theil davon, oder $\frac{273}{1000}$ ausmacht. — Schwefel-Pflanzenalkali ſcheidet auch den Sauerſtoff aus einer Luftgattung, bey Erwärmung des Gefäßes. Dazu nimmt man eine kleine Retorte, worin das Gas mit Waſſer geſperrt wird. Der lange Hals wird mit der Öffnung zu unterſt in eine Röhre mit Waſſer ſenkrecht geſtellt, und der horizontale Bauch wird durch eine daran gehaltene Lichtflamme erhitzt **). Man empfiehlt auch das langſame Verbrennen des Phosphors in einer mit Queckſilber geſperrten Glasröhre. Der Unterſchied der Luftmenge vor und nach dem Verſuche zeigt an, wie viel Sauerſtoffgas in der unterſuchten Luft enthalten war. — Auch den Pyrophor kann man zu dieſer Abſicht gebrauchen. — Noch iſt, von Volta, das Verbrennen des entzündbaren Gas vorgeſchlagen. Dieſes Eudiometer zieht Hr. von Humboldt nach ſeinen neueſten Verſuchen allen übrigen vor ***). Über die eudiometriſchen Proceſſe ſind Streitigkeiten zwiſchen den Chemikern entſtanden.

439.

*) Man ſehe von Humboldts Schrift über die Zerlegung des Luftkreiſes, 1. Abh.

**) S. Grens neues Journal der Phyſik. III. 318. Eine andere Vorrichtung in Crells chemiſchen Annalen, 1788. I. S. 316.

***) Gilberts Annalen der Phyſik. 1805. St. 5.

439. Man muß nicht unzufrieden seyn, daß unser Dunstkreis nicht mehr reine Luft enthält. Eine viel reinere Luft könnte unserer Gesundheit nachtheilig werden, wie eine wohlthätige Arzeney in einer zu großen Gabe. So heilsam eine reine Luft überhaupt und in Krankheiten besonders ist, so kann doch ein Übermaaß gewisse Zufälle verschlimmern. In einigen Krankheiten, z. B. feuchter Engbrüstigkeit, Verstopfungen des Unterleibes, und bey einer allgemeinen Schwäche hat sie sehr gute Dienste gethan, und wird in schweren Ohnmachten, die von einer erstickenden Luft verursacht sind, das beste Rettungsmittel seyn: allein Schwindsüchtigen ist die Einhauchung reiner Lebensluft nachtheilig befunden worden. — Die Pflanzen ziehen aus einer gemischten Luft, wie die unsere ist, eine ihnen zuträgliche Nahrung, zum Gewinnste für uns und die Thiere. Sie gedeihen in der Stickluft, wenn man sie darin einschließt, und dem Sonnenscheine ausstellt, sehr gut, und verbessern sie, indem sie ihr Sauerstoff abgeben, und Stickstoff in sich aufnehmen. Ein beträchtlich größerer Antheil an Lebensluft würde dem Feuer eine solche Heftigkeit ertheilen, daß wir über diese schon furchtbare Kraft in der Natur nicht Meister bleiben könnten, und ein kleines Feuer, das wir jetzt leicht löschen, würde schnell zu einer alles verzehrenden Brunst erwachsen. Die Erhaltung des Ganzen hängt von den richtigen Verhältnissen aller Kräfte ab. Die Stickluft der Atmosphäre ist ein Mäßigungsmittel gegen die zu lebhafte Wirksamkeit der Lebensluft. Wenn unter dem Stickgas ein Antheil derjenigen Gattung von sauerstoffhaltigem Stickgas (287.) sich befindet, welche nach einer neuern Erfahrung *) beym Einathmen ein sehr angenehmes Ge-

*) Gilberts Annalen VI. 1. 105.

Gefühl erregt, so möchte sogar in dieser uns ein heilsames Stärkungsmittel bereitet seyn.

440. Um die bisher nach Maaßgabe der untersuchten einfachen Stoffe einzeln beschriebenen Gasarten kurz zu übersehen, folgt hier ein Verzeichniß derselben, worin sie nach einem andern Eintheilungsgrunde geordnet sind, mit Nachweisung der Stellen, wo sie vorkommen. Die specifischen Gewichte sind größtentheils nach Brisson in seinen Principes physico-chymiques, à Paris 1800, angegeben, die mit F. K. G. bezeichneten, nach Fontana, Kirwan, Gengembre.

I. Einathembare Gasarten.	Eigenthüml. Gewicht.
1) Sauerstoffgas (430–432.).	1083.
2) Atmosphärische Luft, ein Gemisch.	1000.
II. Nicht einathembare und nicht entzündbare.	
1. Mit Wasser nicht vermischbare.	
3) Atmosphärisches Stickgas (433.).	963.
4) Salpetersaures Gas (284.).	1053½
2. Mit Wasser vermischbare.	
5) Kohlensaures Gas (263.), mit kaltem langsam mischbar.	1506.
6) Schwefelichtsaures Gas (267.).	2054.
7) Salzsaures Gas (297.).	1727.
8) Flußsaures Gas (305.).	2960. F.
9) Sauerstoffhaltiges Stickgas, mit kaltem langsam mischbar (286. 287.).	

III.

	Eigenthüml. Gewicht.	
III. Nicht einathembare, entzündbare.		
1. Mit Wasser nicht mischbar.		
10) Reines entzündbares Gas (390. 391.).	80½.	
11) Kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas.		
2. Mit Wasser vermischbar.		
12) Ammoniakgas (260.).	529.	
13) Schwefelhaltiges Wasserstoffgas, oder hepatische Luft (394.).	1106.	K.
14) Phosphorhaltiges Wasserstoffgas (398.).	2100.	G.

VII. Das Wasser.

441. Reines Wasser ist durchsichtig, ohne Farbe, Geruch und Geschmack. Da es aber ein Auflösungsmittel vieler andern Stoffe, besonders der Salze ist, und in Verbindung mit Säuren oder Alkalien es noch viel mehr wird, auch von allen Körpern vielleicht feine Theilchen in sich aufnehmen kann, so wird es in der Natur kaum ganz rein gefunden; nur das Regenwasser, mit gehöriger Sorgfalt aufgefangen, hat den Vorzug einer größern Reinigkeit.

442. Die Reinigkeit des Wassers erkennt man theils an den gleich vorher angegebenen Kennzeichen, theils daran, wenn es reine Seife gleichförmig ohne Flocken auflöset und gut damit schäumt; wenn es die blaue Farbe der Lackmußtinctur nicht verändert; wenn es durch alkalische Laugen, durch Ammoniak (331.), (Salmiakgeist), durch Blutlauge, durch Silber- und Queckſilber- und Bleyzucker-Auflösungen nicht getrübt wird, oder einen Niederschlag giebt.

443. Die sogenannten harten Wasser, in welchen die Seife sich zersetzt, und Hülsenfrüchte sich nicht weich kochen lassen, enthalten Kalkerde, die vermittelst der Luftsäure aufgelöset ist, Gyps, oder andere erdichte Mittelsalze, oder viele freye Luftsäure. Diese werden durch zugesetztes fixes Alkali getrübt. Die weichen Wasser, dergleichen das Regenwasser ist, lösen die Seifen vollkommen auf, und verlieren durch ein Alkali ihre Durchsichtigkeit nicht.

444. Mittel, das Wasser zu reinigen, sind: 1) Das Durchseihen durch reinen Sand in hohen Gefäßen oder durch Filtrirsteine; 2) das Gefrieren, zwar nur auf eine unvollkommene Art, wiewohl Seewasser dadurch trinkbar wird; 3) vorzüglich das Destilliren, wobey man das zuerst übergegangene weggießt, und bey dem letzten Drittheile oder Viertheile abbricht; 4) die Fäulung, wenn es Seewasser ist, als eine Vorbereitung zur Destillation; 5) Klärung vermittelst Eyweiß oder Hausenblase; 6) durch Kohlenpulver (402.).

445. Das Wasser läßt sich ein ganz weniges zusammendrücken und dehnt sich wieder aus (174.). Die Elasticität desselben erhellt auch daraus, daß eine unter einem kleinen Winkel auf Wasser geschossene Bleykugel, die selbst sehr wenig elastisch ist, unter demselben Winkel etwa abprellt, mit welchem sie es traf. Kanonenkugeln und flache Steinchen springen eben so ab (zu vergl. 36.). Die Fortpflanzung eines unter dem Wasser erregten Schalles zeigt auch, daß es elastischer Schwingungen fähig ist.

446. Das Wasser dringt vermittelst des Drucks der Luft durch die Zwischenräume einer Blase, durch welche die Luft nicht dringen kann. Es läßt sich durch hohle

hohle metallene Kugeln durchpressen. Es dringt in viele Körper. Ein angefeuchtetes Seil wird beträchtlich kürzer, und kann dadurch eine große Last erheben. Holz quellt durch Wasser so auf, daß man durch angefeuchtete hölzerne Keile Mühlsteine von Felsen absprengt. Aufquellende Erbsen oder Bohnen zersprengen einen Flintenlauf, und treiben die Knochen des Hirnschädels aus ihren Nähten.

447. Dem gemeinen Wasser ist viele Luft beygemischt, welche durch die Luftpumpe oder durchs Kochen zum Theil herausgezogen wird. Sie zeigt sich in sehr kleinen Bläschen, wenn eiskaltes Wasser erwärmt wird. Die Luft muß in dem Wasser auf das feinste vertheilt seyn, und jeden Tropfen durchdringen. Denn man kann kaum einen Unterschied des specifischen Gewichts an luftleerem und lufterfüllten Wasser merken. Gekochtes Wasser läßt sich ein weniges stärker zusammendrücken als ungekochtes. Es mag aber auch Luft noch inniger mit dem Wasser verbunden, oder darin aufgelöset, gleichsam wasserförmig seyn können. Durch vieles Schütteln wird immer mehr Luft aus dem Wasser abgesondert. Wenn Wasser in einer hohen Röhre herabfällt, und auf einer Steinplatte sich zerschlägt, so entwickelt sich so viel Luft daraus, daß man sie aus einem umschlossenen Raume zur Anfachung des Feuers auf einem Heerde anwenden kann. — Luftleeres Wasser hat nicht den eindringlichen Geschmack wie luftreiches.

448. Bey einer gewissen niedrigen Temperatur verwandelt Wasser sich in Eis. Dieses ist krystallisirtes Wasser, das aus vierseitigen prismatischen Nadeln zusammengesetzt ist (177.). Die Nadeln bilden Blättchen. Daß das Wasser, wenn es zu Eis wird, sich ausdehnt, zeigt eine gemeine Erfahrung, die Zersprens-

sprengung der Gefäße, worin es nicht Raum hat, sich auszubreiten. Es wendet hierbey eine ungemeine Kraft an, welche Musschenbroek für einen Fall, da das Eis eine messingene Kugel zersprengt hat, auf 27720 Pfund berechnet. Bey einem in Quebeck gemachten Versuche ward eine Bombe von 12¾ Zoll im Durchmesser, und 1½ bis 2 Zoll Metalldicke durch das gefrierende Wasser zersprengt. Eis aus Wasser, das von Luft wohl gereinigt ist, dehnt sich auch aus, aber weniger als lufthaltiges, jenes in dem Verhältnisse von 21: 22, dieses in dem von 8: 9 oder 9: 10. Hieraus folgt, daß die Ausdehnung des gefrierenden Wassers von der beygemischten Luft herrührt, deren Verbindung mit dem Wasser geschwächt wird, vermuthlich durch den Wärmestoff, der sich bey dem Festwerden des Wassers entbindet. Derjenige Theil, der nicht in die äußere Luft oder in das flüssig bleibende Wasser entweichen kann, sammelt sich in kleine Bläschen, und macht dadurch das Eis undurchsichtig. Da aber auch luftreines Wasser sich beym Gefrieren ausdehnt, so rührt dieses theils von der Luft her, die in dem Wasser unelastisch und wasserförmig vorhanden war, theils von dem Bestreben der Eistheilchen, sich nach einer gewissen Ordnung zusammen zu fügen. Diese Luft erhält zwar nicht ihre ganze Elasticität wieder; sie würde dadurch das Eis zerstäuben; allein der Zusammenhang mit dem Wasser wird durch die vorher bemerkte Ursache geschwächt.

449. Auch durch die Verbindung mit andern Körpern kann das Wasser seine flüssige Form in eine feste verändern, sie aber auch in der Folge wieder annehmen. Dies sieht man an den Krystallisationen der Mittelsalze, welche nur durch den Beytritt einer gewissen, für jede Art verschiedenen Menge Wasser mög-

möglich ſind (175.). Viele Steine und Erze geben bey der Zerlegung Waſſer, nicht ſelten ziemlich viel, z. B. gemeiner Kalkſtein, Speckſtein und Walkererde faſt $\frac{1}{8}$ ihres Gewichts; Bolus noch ein wenig mehr; Flußſpat über $\frac{1}{4}$, blätterichter Gyps faſt $\frac{2}{7}$. Salze verwittern durch den Verluſt ihres Kryſtalliſationswaſſers.

450. Durch einen gewiſſen Grad der Erhitzung verliert Waſſer die tropfbare Form, und wird elaſtiſch, ein luftartiger Dampf. Dieſer Grad iſt derjenige, bey welchem die Ausdehnung durch die Erhitzung der Anziehung der Waſſertheilchen bey der tropfbaren Geſtalt gleich iſt. Die an dem Boden und an den Wänden des Gefäßes, wo der Wärmeſtoff in das Waſſer dringt, befindlichen Waſſertheilchen werden dadurch leichter, als das übrige Waſſer, verbinden ſich auch noch mit der dem Waſſer beygemiſchten Luft, ſo lange dieſe ſich entwickelt, und ſteigen mit Sauſen empor in Geſtalt von Blaſen, die an der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Der Waſſerdampf iſt trocken, und macht trockne Körper nur durch Verdichtung wegen Abkühlung an denſelben feucht. Mit der Luft iſt er nicht miſchbar. Der Dampf, der aus dem Schnabel einer Windkugel (einem runden Gefäße mit einer engen Röhre) in kaltes Waſſer geleitet wird, verurſacht nicht die geringſten Blaſen. Durch Berührung mit kalten Körpern werden die Waſſerdämpfe wieder verdichtet. Darauf gründet ſich die Deſtillation des Waſſers. Dadurch kann man einen luftleeren Raum hervorbringen.

Der Waſſerdampf iſt ſehr elaſtiſch. Durch ſtarke Erhitzung zerſprengt er ſehr ſtarke Gefäße. In der Dampfmaſchine, nach der neuen Einrichtung, hebt er gewaltige Laſten. Holz durchdringt er, und macht

es weich, ein Mittel beym Schiffbau, dicke Planken und Balken zu krümmen. Man rechnet, daß das Wasser in Dampfgestalt einen 1700 bis 1800 mahl größern Raum, als in dem tropfbaren Zustande, einnimmt.

451. So wie Wasser die Luft sich aneignet, so wird auch umgekehrt die Luft sich das Wasser aneignen. Bey natürlichen Verbindungen mehrerer Materien darf man schwerlich eine derselben ganz unthätig seyn lassen. Der Wärmestoff bewirkt in Gemeinschaft mit der auflösenden Luft die Absonderung kleiner Theilchen an der Oberfläche des Wassers. Denn durch Erwärmung wird das Verdünsten beschleunigt. Auch durch einen Zug der Luft wird die gelinde Ausdünstung vermehrt, indem die mit dem aufgelöseten Wasser beladene Luft einer frischen Platz macht. Beym Kochen hingegen, wo schnelle Verdampfung der Zweck ist, würde Zugluft schaden, da sie das Wasser an der Oberfläche abkühlt.

452. Eis verdunstet sehr merklich. Es kann, auch bey strenger Kälte, in 24 Stunden den fünften, ja den vierten Theil an der Luft verlieren. Die Luft wirkt also auch für sich allein auf das Wasser. Durch diese Ziehkraft erhalten sich feuchte Dünste in der Luft schwebend, steigen aber selten in die höhere dünnere Luft, weil hier ihr Gewicht zu groß, und die Ziehkraft der dünnern Luft geringer, als der dichtern ist. Um sich hier zu halten, müßte die Elasticität der Dünste größer werden.

453. Die Wirkung der Verdünstung zu beobachten, brachte von Sauſſüre in ein großes gläsernes Gefäß, worin die Luft durch ätzendes Gewächsalkali möglichst getrocknet war, ein Barometer, dessen

ſen Röhre durch eine Platte in der Öffnung geſteckt war, nebſt einem Thermometer und Hygrometer, hing ein angefeuchtetes Stückchen aufgerolleter Leinwand darin auf, und verſchloß die Öffnung luftdicht. Bey der Verdünſtung der Feuchtigkeit ſtieg das Barometer allmählich bis zu $\frac{1}{2}$ Zoll nahe, und das Hygrometer ging von einem ſehr niedrigen Grade bis nahe zu dem höchſten der Feuchtigkeit. Als dieſer Naturforſcher ſehr feuchte Luft in dem Gefäße durch Alkali trocknete, fiel das Barometer faſt um einen halben Zoll.

454. Bey der Verdünſtung des Waſſers entſteht, wie dieſer Verſuch zeigt, ein elaſtiſches Flüſſiges. Dieſes erhellt noch aus einem Verſuche anderer Art. Wenn bey gemeiner Temperatur (56° F.) in eine mit Queckſilber, wie im Barometer, gefüllte Glasröhre ein wenig Waſſer über dieſes gebracht wird, ſo entwickelt ſich in dem luftleeren Raume ein elaſtiſches Flüſſiges, welches die Höhe der Queckſilberſäule um $\frac{4}{10}$ bis $\frac{1}{2}$ Zoll vermindert. Hier bewirkt die Wärme allein die Formänderung des Waſſers. Unter dem Druck der äußern Luft würde die Elaſticität des Waſſergas viel zu gering ſeyn, um es zu bilden; dagegen aber kommt die Verwandtſchaft der Luft mit dem Waſſer zu Hülfe.

455. Die Ausdehnungskraft des elaſtiſchen Waſſerdunſtes in dieſen Verſuchen iſt auf den Druck einer Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Zoll beſchränkt. Die Elaſticität der Luft ſcheint durch ein übermaaß deſſelben geſchwächt zu werden, ſo wie überhaupt bey Verbindungen zweyer Materien gegenſeitige Veränderungen ihrer Beſchaffenheit entſtehen. In dem Verſuche (453.) veränderte ſich gegen das Ende die Barometerhöhe ſehr wenig, indem die Elaſticität der Luft faſt

eben so sehr vermindert seyn mag, als der Druck durch den hinzukommenden elastischen Wasserdunst vermehrt ward. Dadurch wird begreiflich, wie bey einem zum Niederfallen sich anschickenden Zustande des dunstförmigen Wassers das Barometer oft fallen wird. — Ob die Luft frey oder eingeschlossen ist, ist in Absicht auf ihren Druck gegen den Wasserdunst einerley.

456. Die Elasticität des Wasserdunstes mag durch Wärme, durch Elektricität, oder durch chemische Wirkungen vermehrt werden können, wodurch er ganz luftförmig wird. Wir sehen im Sommer, daß die Luft oft viele Tage nach einander heiter ist, ungeachtet alsdann viel verdunstetes Wasser von ihr aufgenommen wird. In dem heißen Erdstriche geschieht es in der trocknen Jahrszeit einige Monathe lang. Das Wasser ist nun in luftförmiger Gestalt mit der atmosphärischen Luft verbunden. In dieser Gestalt ist es durch das Hygrometer nicht zu erkennen. Die zu der Luft hinzukommende luftförmige Masse vermehrt den Druck derselben. Die Durchsichtigkeit der Luft, ungeachtet sie viel Wasser enthält, zeigt, wie in andern Fällen, eine wahre Auflösung an.

457. Wenn die Elasticität des luftförmigen Wassers durch irgend eine Ursache vermindert wird, wenn bey vielen aufgestiegenen, oder durch Wind angehäuften, Dünsten sie sich mehr genähert werden, und dadurch ihre Anziehung gegen einander zunimmt, so entsteht Absonderung von der Luft. Oft bezieht sich der Himmel plötzlich, auch ohne Wind, von allen Seiten; eine Erscheinung, die ganz das Ansehen einer chemischen Niederschlagung durch einen Zusatz hat. So wie Wärme den Auflösungen beförderlich, und Kälte hinderlich ist, so auch bey dem verdunsteten Wasser in der Luft.

458.

458. Die Feuchtigkeit in der Luft, welche das Hygrometer bemerkbar macht, ist in einem mittlern Zustande zwischen dem tropfbaren und dem luftförmigen, auf ähnliche Art, wie die dem Wasser beygemischte Luft, welche unter der Luftpumpe heraus gezogen werden kann. Sie mag bloß durch die Ziehkraft der Luft in ihr schwebend erhalten werden.

459. Der elastische Wasserdunst, der bey einer gelinden Verdunstung entsteht, ist von dem bey der Siedhitze hervorgebrachten ganz verschieden, da jener bey einer niedrigen Temperatur Statt hat, nur geringe Elasticität besitzt, sich mit der Luft mischt, und sich bloß an der Oberfläche des Wassers bildet. Durch Abkühlung werden die Sied-Dämpfe diesen gleich.

460. Da das Wasser, wie gleich gezeigt werden wird, aus zwey Grundstoffen besteht, die beide in einen gasförmigen Zustand übergehen können, so ist es dadurch auch möglich, daß Wasser in einen solchen Zustand übergehe, und mit der Luft vereinbar werde. Durch chemische Wirkung mag auch eine Veränderung in dem Verhältnisse beider Grundstoffe des aufgelösten Wassers vorgehen; es mag auch das Wassergas in brennbares und Sauerstoffgas zersetzt werden, welches die feurigen Meteore verursachen wird.

461. Das Wasser, wenn es zerlegbar ist, zu zersetzen, muß man zu demselben einen Körper bringen, der zu dem einen Grundstoffe des Wassers eine nähere Verwandtschaft als der andere Grundstoff zu eben denselben hat. So verfuhr Lavoisier *). Er ließ kochendes Wasser aus einer Retorte durch eine glühende gläserne

*) Traité élémentaire de Chimie, par M. Lavoisier, à Paris 1789. Ch. 8. deutsche Uebers. 2te Ausg. Th. I. S. 123 ff. Gehlers physikalisches Wörterbuch IV. 648. ff.

serne Röhre, welche in einem Ofen etwas geneigt lag, gehen, und fing in einer gewissen Vorrichtung die sich verdichtenden Dämpfe auf. Diese waren begreiflich reines Wasser, in derselben Menge, wie das in der Retorte dazu angewandte. Nun brachte er gröblich zerstoßene, wohl ausgeglühete Kohlen in die Glasröhre, fand aber nun nicht alles aus der Retorte übergegangene Wasser wieder, sondern als Ersetzung des Abganges kohlensaures Gas (263.) und etwas entzündbare Luft, deren Gewicht so viel betrug, als das verloren gegangene Wasser. Das kohlensaure Gas muß aus dem Kohlenstoffe durch die Verbindung mit einem Grundstoffe des Wassers entstanden seyn, der folglich mit dem Grundstoffe der Lebensluft, dem Oxygen, übereinkommt (263.); die entzündbare Luft ist aus dem andern Grundstoffe des Wassers in luftförmiger Gestalt hervorgegangen.

462. Ferner brachte Lavoisier kleine gewundene Bleche von Eisen in die Röhre; es ward wieder ein Abgang am Wasser bemerkt, dagegen hatte das Eisen, welches oxydirt worden war, an Gewichte zugenommen, und es hatte sich entzündbare Luft entwickelt. Diese und die Gewichtzunahme des Eisen-Oxyds betrugen so viel als das vermißte Wasser. Da Metalle sich durch die Aneignung des Grundstoffes der reinen Lebensluft oxydiren (355.), so muß dieser hier aus dem Wasser gezogen seyn, und der andere Grundstoff des Wassers ist die brennbare, ihres elastischen Auflösungsmittels beraubte Luft. — Hiemit stimmt überein, was (270. u. 356.) von dem Unterschiede der entwickelten Luft bey der Auflösung in concentrirter und verdünnter Schwefelsäure bemerkt ist. Auch hat die angewandte Säure nichts verloren, sondern sättigt noch eben so viel Alkali, als sie sonst würde gesättigt haben.

463.

463. Man hat auch Mittel gefunden, das Waſſer aus den beiden Grundſtoffen der reinen Lebensluft und der brennbaren Luft, durch Beraubung ihres elaſtiſchen Auflöſungsmittels, zuſammenzuſetzen. Es wird Lebensluft und brennbare Luft (in dem Verhältniſſe 85 zu 15 dem Gewichte nach) in einem Gefäße zuſammengebracht, und durch einen elektriſchen Funken entzündet. Durch Wiederholung dieſes Proceſſes wird ein reines Waſſer erhalten, welches ſo viel wiegt, als die beiden angewandten Luftarten zuſammen. Dieſe wichtigen Verſuche haben zuerſt Cavendiſh in England (1781.) und hernach Lavoiſier und Meusnier in Frankreich gemacht. — Das Waſſer kann kein Educt aus den Luftarten ſeyn, da bey einem richtigen Verhältniſſe derſelben faſt alle Luft in Waſſer verwandelt wird, und etwa nur $\frac{1}{100}$ nachbleibt. —

464. Auch durch Hülfe der Elektricität iſt das Waſſer zerlegt worden. Eine Glasröhre war an dem einen Ende zugeſchmelzt, nachdem an demſelben ein Golddrath hineingeſteckt worden, der mit dem äußern Theile noch hervorragte. Sie ward mit luftgereinigtem Waſſer gefüllt, und in ein Gefäß mit ſolchem Waſſer geſtellt. In das offene untere Ende ward ein zweyter Golddrath gebracht, deſſen äußeres Ende mit der äußern Belegung einer elektriſchen Verſtärkungsflaſche verbunden ward. Das Ende des erſtern Drathes berührte eine iſolirte kupferne Kugel, die in einer kleinen Entfernung von dem Conductor einer Elektriſirmaſchine geſtellt war. Die innern Enden der beiden Dräthe wurden ſich bis zu $\frac{1}{8}$ Zoll einander genähert. Durch Entladung der Flaſche, wobey zwiſchen den innern Enden der Dräthe ſich ein Funke zeigte, ward aus dem Waſſer Luft entwickelt. Als dieſe durch öftere Wiederholung ſich ſo angehäuft

hatte, daß der elektrische Funke sie traf, entzündete sie sich gerade wie die Mischung von brennbarer Luft und Lebensluft in (461.). Diesen merkwürdigen Versuch haben von Troostwyck und Deimann zu Amsterdam im Jahre 1789 angestellt *).

465. Wenn Wasserdämpfe durch glühende irdene, und zwar unglasurte, Röhren getrieben werden, so wird Stickgas erhalten, aber nicht, wenn die Röhre von Glas, oder von einem Metall ist, welches das Wasser nicht zersetzt, oder wenn eine irdene Röhre in eine Glasröhre eingeschlossen ist. In dem erstern Falle scheint von der durch das Feuer zersetzten äußern Luft das Stickgas in die Röhre eingedrungen zu seyn. Klipstein hat zuerst das in Dünste aufgelöste Wasser im Kleinen beym Schmelzen gebraucht. Gellert hat wirksame glückliche Versuche im Größern gemacht **).

*) Grens Journal der Physik. Bd. II. S. 151.

**) Bergmännisches Journal, 2ter Jahrg. I. Band.

Sechster Abschnitt.

Wärme und Feuer.

466. Die Untersuchung über Wärme und Feuer hat seit etwa 30 Jahren die Naturforscher sehr beschäftigt. Sie ist, so wohl für sich, als wegen ihres Einflusses auf andere, ungemein wichtig, der Schlüssel zu der ganzen chemischen Physik. Die zahlreichen neuen Entdeckungen in diesem Felde haben eine sehr sinnreiche, und doch einfache, Theorie veranlaßt, welche sich von der ältern etwa so unterscheidet, wie das Copernicanisch-Keplerische Weltsystem von dem Ptolemäischen.

467. Hitze, Wärme und Kälte, als Empfindungen betrachtet, sind bekannte Wirkungen, aber nur beziehungsweise auf Gesicht und Gefühl. Was der Grund dieser Erscheinungen in den Körpern sey, können uns unsere Sinne nicht angeben, so wenig als uns die klaren Vorstellungen von Roth, Grün und andern Farben, auf die Ursachen dieser Beschaffenheiten führen. Da wir nicht umhin können, alle körperliche Kräfte mit einem ausgedehnten Stoffe zu verbinden, so wollen wir uns die Ursache jener Erscheinungen als eine höchst feine und höchst elastische flüssige Materie vorstellen, die alle Körper durchdringt, und daher in Gefäße nicht eingeschlossen werden kann; die in brennenden Körpern als das heftigste Auflösungsmittel angehäuft leuchtend erscheint, aber auch mit den Kör-

pern ruhende Verbindungen eingehen kann, von welchen sie sich bey dieser oder jener Veranlassung wieder losmacht. Doch bleibt diese Materie immer nur ein Bedürfniß unserer Sinnlichkeit. Wir wollen sie Wärmestoff (Calorique) nennen.

468. Eine auszeichnende und in die Augen fallende Eigenschaft des Wärmestoffs ist, daß er alle Körper ausdehnt, wenn sie nicht etwa flüssige verdunstende Theile enthalten, z. B. Holz. Eine eiserne Kugel, die kalt gerade durch einen Ring geht, ist erhitzt oder glühend zu groß für denselben. Hohle Glaskügelchen, die in kaltem Branntweine schwimmen, sinken im erwärmten unter. Metalle werden unter den festen Körpern am meisten durch Erhitzung ausgedehnt. Die Ausdehnbarkeit fester Körper, besonders der Metalle, zu messen, dient das Pyrometer, an welchem die geringste Ausdehnung des Körpers eine merkliche Bewegung hervorbringt. An dem Muschenbroekischen geschieht es durch ein Räderwerk. Derselbe Grad der Hitze dehnt die Körper weder in Verhältniß ihrer Schwere, noch ihrer Festigkeit oder Härte aus. Unter den Metallen werden Bley und Zinn am meisten, Eisen und Stahl am wenigsten ausgedehnt, Glas nur um den vierten Theil so viel als Eisen.

469. Einiger flüssigen Körper, als der Luft, des Weingeistes, des Queckſilbers, des Leinöls, bedient man sich, um durch die Veränderung ihrer Ausdehnung die Unterschiede der Wärme in der äußern Luft oder an andern Körpern zu messen. Ein Werkzeug dieser Art heißt ein Thermometer. Ob die Veränderung der Ausdehnung dem Unterschiede des freyen Wärmestoffes in den Körpern proportional sey, müssen Versuche lehren.

470. Das erste Thermometer war ein Luftthermometer. Eine umgebogene gläserne Röhre CDE (Fig. 44.) hat oben eine Kugel A, unten eine Kugel B mit einer Öffnung F. In der Kugel A und dem Theile CD der Röhre ist Luft, in der übrigen Röhre und einem Theile der Kugel B ist ein gefärbtes flüssiges Wesen. Wenn jene durch die Wärme sich ausdehnt, so fällt dieses, und umgekehrt. Aber wegen des Drucks der äußern Luft ist dieses Werkzeug zugleich ein Barometer, und verwirrt zwey Wirkungen.

471. Besser läßt man die obere Kugel weg, verschließt die untere Kugel B (Fig. 45.), und füllt Queckſilber hinein, welches bey einem mittlern Grade der Wärme, in der Kugel bis EG, in der Röhre bis D steht, so daß die in B über EG eingeschlossene Luft von der Queckſilbersäule DF und von dem Gewichte der ganzen Luftsäule über D zusammengedrückt wird. Dieses letztere wird durch die Höhe des Queckſilbers im Barometer ausgedruckt (123.). Addirt man jedesmahl diese Höhe und DF, so hat man die Höhe einer Queckſilbersäule, deren Gewicht der Federkraft der eingeschlossenen Luft proportional ist. Verhält sich bey gleicher Dichtigkeit der Luft die Wärme wie die Federkraft, so hat man an diesem Thermometer einen Maaßstab für die Wärme der eingeschlossenen Luft. Die Kugel muß aber groß seyn, damit die Luft in derselben sich wenig zusammenziehe oder ausdehne, wenn das Queckſilber in der Röhre beträchtlich fällt oder steigt. Dieses ist Amontons Thermometer. Man kann auch die Röhre bey C verschließen, nur muß in CD gar keine Luft seyn. Es verhält sich alsdann die Wärme der Luft wie die Länge FD. Ein solches ist das Bernoullische Thermometer. Die Luftthermometer sind die empfindlichsten.

472.

472. Das Weingeistthermometer besteht aus einer oben verschlossenen Röhre BC (Fig. 46.), und einer Kugel A, die gefärbten Weingeist enthalten, welcher bey gemäßigter Wärme etwa bis an die Mitte D der Röhre BC reicht, bey vermehrter Wärme steigt, und bey verminderter fällt. Das Florentinische Thermometer ist ein solches. Es waren aber daran keine feste Puncte der Kälte und Hitze bestimmt, daher es ganz unbrauchbar ist. Reaumür bestimmte diese Puncte, indem er den Stand des Weingeistes in gefrierendem Wasser und bey einer der Siedhitze nächstkommenden Erhitzung beobachtete. Den körperlichen Raum seines Weingeistes in beiden Temperaturen fand er wie 1000 zu 1080. Darum gab er der Scale seines Thermometers zwischen jenen beiden Ständen des Weingeistes 80 Theile oder Grade.

473. Das Queckſilber ist vorzüglich zu einem Wärmemaaße geschickt. Denn 1) läßt es sich am leichtesten von Luft reinigen. 2) Es ist am geschicktesten, große Unterschiede der Wärme zu messen. Weingeist kocht noch eher als Wasser, und dehnt sich in der Nähe der Siedhitze unregelmäßig aus. 3) Queckſilber ist gegen die Veränderung der Wärme, die Luft ausgenommen, am empfindlichsten. 4) Jedes Queckſilber hat bey den Veränderungen der Wärme einerley Gang, dagegen bey dem Weingeiste der Grad der Rectification merklichen Unterschied hervorbringt. Auch mag der Weingeist mit der Zeit an seiner Empfindlichkeit verlieren.

474. Die Scale der Queckſilberthermometer wird verschiedentlich eingetheilt. Die beiden Hauptpuncte sind die für zergehendes Eis und kochendes Wasser. Ihr Abstand heißt der Fundamentalabstand. Fahrenheit setzte den Anfangspunct oder 0

da,

da, wo das Queckſilber in einer Miſchung von Schnee oder zerſtoßenem Eiſe und Salmiak ſteht, und 600 für den höchſten Grad der Hitze, den es erhält, wenn es zu kochen anfängt. Die Temperatur des gefrierenden Waſſers oder zergehenden Eiſes iſt 32, des kochenden Waſſers 212. Dieſe Scale iſt in Holland und England gewöhnlich, wird auch in Deutſchland viel gebraucht.

Es wird auch Reaumürs Scale für Weingeiſtthermometer an Queckſilberthermometern angebracht, doch ſo, daß die Temperatur des kochenden Waſſers durch 80, des gefrierenden Waſſers oder vielmehr des aufthauenden Eiſes durch o bezeichnet wird. In Frankreich war ſonſt dieſe Eintheilung gewöhnlich. Sie trifft mit der Graduirung des Reaumüriſchen Weingeiſtthermometers nicht überein, weil der Weingeiſt eher kocht als Waſſer, und ſich auch nicht nach einerley Geſetze mit dem Queckſilber ausdehnt.

De l'Iſle ſetzte o zu dem Siedpuncte des Waſſers und 150 bey dem Gefrierpuncte, weil er gefunden hatte, daß der räumliche Umfang des Queckſilbers bey der Hitze des kochenden Waſſers ſich zu dem bey der Kälte des gefrierenden Waſſers verhalte wie 10000 zu 9847, oder daß dieſes letztere um $\frac{153}{10000}$ geringer ſey, wofür er, als eine runde Zahl, an dem Inſtrumente 150 ſetzte *). Dieſe Eintheilung iſt darin bequem, weil man ſich dadurch von der Ausbreitung oder Verdichtung des Queckſilbers eine faßliche Vorſtellung machen kann. Nur iſt die Zuſammen-

*) Nach neuern Verſuchen verhält ſich der räumliche Umfang des Queckſilbers bey dem Gefrierpuncte und Siedpuncte (für Waſſer) wie 10000 zu 10171, oder auch 10176, faſt wie nach Fahrenheits Scale.

menziehung von 153 Theilen auf 10000 zu klein genommen. Sie beträgt 168 oder 172.

Celsius in Schweden theilte den Fundamentalabstand in 100 Theile, und setzte zu dem Gefrierpuncte 0. Diese Eintheilung ist in Schweden gewöhnlich, und wirklich die leichteste. Sie ist jetzt auch in Frankreich angenommen.

475. Tafel einiger Wärmegrade nach den drey gewöhnlichsten Thermometern mit Queckſilber.

	Fahrenheit.	Reaum. Scale.	De l'Isle.
Kochendes Queckſilber.	709	301	414
Durch Kochen ſich entzündendes Baumöl.	651	275	366
Schmelzendes Bley.	550	230	282
Schmelzender Wismuth.	460	190	207
Schmelzendes Zinn.	420	172	173
Dampfendes Arſenikmetall.	356	144	120
Völlig geſchmolzener Schwefel.	244	94	27
Kochendes Waſſer.	212	80	0
Kochender gemeiner Weingeiſt.	180	66	27
Kochender Alkohol.	176	64	30
Schmelzendes gelbes Wachs.	140	48	60
Wärme unſers Bluts.	99	30	94
Gemäßigte Wärme der Luft etwa.	64	14	123
Gefrierendes Waſſer oder zergehendes Eis.	32	0	150
Schmelzender Schnee mit Salmiak vermiſcht.	0	14	177
Gefrierendes Queckſilber nach Hutchins.	39	31	209
Gefrierender Weingeiſt in Tornea.	51	37	219

476.

476. Die Hitze des kochenden Queckſilbers iſt hier zufolge den Verſuchen von Braun, des Öls nach de Lüc angegeben. Sonſt pflegt man beide auf 600 Grade zu ſetzen. Das Gefrieren des Queckſilbers hat Braun zuerſt im December 1759 beobachtet. Er ſchätzte die Temperatur des gefrierenden Queckſilbers 470 Gr. der Delisliſchen Scale (352° Gr. Fahr.), bemerkte aber auch ein unregelmäßiges Zuſammenziehen des Metalles, bisweilen bey 300 Gr. oder auch tiefer herab. Im Jahre 1781 fand Hutchins, Gouverneur in Hudſonsbay, durch mehrere Verſuche, nach einem eigenen Verfahren, daß der wahre Gefrierpunct des Queckſilbers nicht tiefer als 39 Gr. Fahrenh. liegt, und daß das weitere plötzliche Herabſinken von einer ſtarken Zuſammenziehung des gefrornen Queckſilbers herrührt.

477. Man bedient ſich auch der Metalle zu Thermometern, wo große Grade der Hitze zu beſtimmen ſind. Dieſe Metallthermometer werden auch Pyrometer genannt. Man hat verſchiedene Einrichtungen dieſer Werkzeuge. — Auf eine ſinnreiche Art hat Wedgwood den Thon zu dieſer Abſicht zu gebrauchen gelehrt. Ein thönerner Würfel wird in das Feuer gelegt, und wenn er völlig erhitzt iſt, herausgenommen, und in kaltes Waſſer geworfen, wobey er ſich nicht wieder ausdehnt. Die Seite des Würfels wird vor der Erhitzung und nach der Abkühlung zwiſchen zwey gegen einander geneigten Linealen ſehr ſcharf gemeſſen. Je mehr die Seite abgenommen hat, deſto größer iſt die Hitze. Wedgwood hat auch gewieſen, wie die Scale ſeines Thermometers an die von dem Fahrenheitiſchen angeſchloſſen werden kann *). Hier folgt ein Theil der von ihm angegebenen Temperaturen.

Waſ-

*) Philoſ. Tranſact. vol. 74. for 1784. pag. 358.

	Fahrenheit.	Wedgw.
Waſſer gefriert.	32	8,40
Waſſer kocht.	212	6,65
Queckſilber kocht.	600	3,67
Rothglühende Hitze (des Eiſens) bey Tage völlig ſichtbar.	1077	0
Schwediſches Kupfer ſchmilzt.	4587	27
Feines Silber ſchmilzt.	4717	28
Feines Gold ſchmilzt.	5237	32
Größte Schweißhitze des Eiſens.	13427	95
Größte Hitze einer gemeinen Schmiede-Eſſe.	17327	125
Gußeiſen ſchmilzt.	17977	130

478. Daß ein wärmerer Körper einem kältern von ſeiner Wärme mittheilt, iſt eine gemeine Erfahrung. Auch zeigt ein empfindliches Thermometer in einem Zimmer, das nicht geheizt iſt, oder von der Sonne beſchienen wird, an allen darin befindlichen Dingen denſelben Wärmegrad. Der Wärmeſtoff iſt alſo elaſtiſch. Doch dringt er in einige Körper nicht ſo leicht ein als in andere; in größern Maſſen verbreitet er ſich nicht gleichförmig. In Kellern und Höhlen iſt die Temperatur eine andere als die von der äußern Luft, wiewohl der Unterſchied nicht ſo groß iſt, als er unſerm Gefühle ſcheint. Gewäſſer und die darüber befindliche Luft ſind nicht gleich warm.

479. Das Thermometer kann die Menge des in einem Körper vorhandenen Wärmeſtoffs nicht angeben. Der niedrigſte Grad, bey welchem Queckſilber oder Weingeiſt gefriert, iſt noch nicht abſolute Kälte oder Beraubung aller Wärme. Aber die Temperatur eines Körpers nach dem Thermometer, oder ſeine em-

empfindbare Wärme, könnte eine Verhältnißzahl für den Überschuß des freyen oder sich vertheilenden Wärmestoffs bey dieser Temperatur über die Menge desselben bey der durch o bezeichneten seyn. Ist sie eine solche Verhältnißzahl, so verhalten sich die Producte aus den Massen gleichartiger Körper in ihre Temperaturen wie die Menge des freyen Wärmestoffs in beiden, nach Abzug der bey der Temperatur o ihnen zukommenden, so viel oder wenig derselben seyn mögen. Daher muß bey der Mischung gleichartiger Massen von ungleicher Wärme die Summe der Producte aus den Massen in die Temperatur über o vor und nach der Mischung dieselbe bleiben, den Verlust wegen Nebenumstände nicht gerechnet, eben so wie bey der Vertheilung der Bewegung zwischen zwey hinter einander laufenden Kugeln die Summe der Producte aus den Massen in die Geschwindigkeiten vor und nach dem Stoße (29.). Hr. de Lüc vermischte Wasser von 75 Grad Wärme mit gleich vielem Wasser von 6 Grad, nach der Reaumürschen Scale. Wenn die gedachte Summe dieselbe bleibt, so ist die Temperatur der Mischung $\frac{1.\ 75+1.\ 6}{1+1}=40\frac{1}{2}$. Die Erfahrung gab 39,2. Die Abkühlung des heißen Wassers durch die Luft beym Zugießen zu dem kalten, und durch das Gefäß, mußte die Temperatur etwas herabsetzen. Ein anderesmahl goß er 2 Theile Wasser von 6,2 Gr. zu 1 Theil Wasser von 75 Grad. Die Temperatur würde nach eben derselben Rechnung seyn $\frac{1.\ 75+2.\ 6{,}2}{1+2}=29{,}1$, und war 28,7. Dergleichen Versuche sind mit ähnlichem Erfolge auch von andern angestellt. Sie zeigen, daß das Thermometer

auf die vorher angegebene Art, wenigstens innerhalb gewisser Gränzen, die Wärme zu messen dient.

480. Ganz genau verhält sich inzwischen die Zunahme der Ausdehnung des Queckſilbers im Thermometer, oder die Temperatur desſelben, nicht wie die Zunahme des Wärmeſtoffs. Bey gleichen Veränderungen der Ausdehnung vom Eispuncte an nimmt die wirkliche Wärme anfangs ein wenig schneller zu, und über 35 Grad der Reaumürſchen Scale bis 80 langſamer. Hr. de Lüc hat dieſes auf eine ſinnreiche Art beſtimmt, und eine Vergleichungstafel der wirklichen Grade der Wärme und der Thermometergrade gegeben *). Andere Materien weichen in ihrer Ausdehnung von den Graden der Wärme weit mehr ab, daher aus dieſem Grunde das Queckſilber vorzüglich zum Wärmemaaße dient.

481. Bey der Vermiſchung ungleichartiger Materien hängt die Vertheilung der Wärme nicht bloß von der Temperatur derſelben und ihren Maſſen, ſondern auch von ihrer Verbindungsfähigkeit mit dem Wärmeſtoffe ab. Fahrenheit bemerkte ſchon, daß 1 Maaß heißes Waſſer an 1 Maaß kaltes Queckſilber eben ſo viele Wärme mittheilt, als an $\frac{2}{3}$ Maaß kaltes Waſſer von derſelben Temperatur; und daß 1 Maaß heißes Queckſilber an 1 Maaß kaltes Waſſer ſo viele Wärme abgiebt, als $\frac{2}{3}$ Maaß eben ſo heißes Waſſer an 1 Maaß kaltes. Folglich hat ein Pfund Waſſer ſo viel Vermögen, Wärme zu nehmen und mitzutheilen, als 21 Pfund Queckſilber. Nach Lavoiſier und de la Place ſogar ſo viel als $34\frac{1}{2}$ Pf. Queckſilber.

482. Mit andern Körpern verhält es ſich auf eine ähnliche Art. Die Menge des freyen Wärmeſtoffs

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre, Th. 1. S. 489 der deutſchen Ueberſ.

ſtoffs bey einer gegebenen Temperatur, verhält ſich in zwey ungleichartigen Körpern weder wie der körperliche Raum, noch wie die Dichtigkeit, ſondern er befindet ſich in dem einen mehr, in dem andern weniger angehäuft, obgleich das Thermometer denſelben Wärmegrad an ihnen angiebt. Es verhält ſich mit dem Wärmeſtoffe auf eine ähnliche Art wie mit dem Waſſer, welches von verſchiedenen Körpern, z. B. von hartem und von weichem Holze, oder von einem Schwamme, bey gleichem Gewichte derſelben, in ungleicher Menge eingeſogen wird. Die Urſache mag ſeyn, daß verſchiedene Materien verſchiedene Spannkraft oder Verdichtungskraft gegen den Wärmeſtoff, bey derſelben Temperatur, beſitzen.

483. Das Verhältniß der Menge des freyen Wärmeſtoffes in Körpern von gleicher Maſſe, bey einerley Temperatur, nennt man das Verhältniß ihrer ſpecifiſchen Wärme. Dieſe Menge iſt eigentlich der Überſchuß über die bey einer gewiſſen Temperatur (des gefrierenden Waſſers) vorhandene. Dieſes Verhältniß iſt z. B. für Waſſer und Queckſilber, nach Fahrenheits Verſuchen, wie 21 : 1, weil bey der Vertheilung der Wärme unter dieſen beiden Körpern 1 Pfund Waſſer eben das bewirkt, was 21 Pfund Queckſilber leiſten. Die ſpecifiſche Wärme zweyer Körper verhält ſich überhaupt umgekehrt wie die Gewichtsmenge, durch welche ſie bey einer gegebenen Temperatur denſelben Erfolg in der Vertheilung der Wärme bewirken. Man nimmt auch hier die Verhältnißzahl für die ſpecifiſche Wärme des Waſſers zur Einheit an.

484. Nach Crawfords neuen, genauer wiederholten Verſuchen iſt die ſpecifiſche (bey ihm comparative)

tive) Wärme des Eisens $\frac{1}{8}$; des Kupfers $\frac{1}{9}$; des Zinks $\frac{1}{10}$; des Zinns $\frac{1}{14}$; des Bleyes $\frac{1}{28}$.

Ferner der Oxyde von Eisen $\frac{1}{6}$; von Kupfer $\frac{1}{4}$; von Zink $\frac{1}{7}$; von Zinn $\frac{1}{10}$; des gelben von Bley $\frac{1}{17}$ *). Die Oxyde waren durch Salpetersäure und Erhitzung von Luft gereinigt.

Aber die specifische Wärme der gemeinen Luft ist 1, 79; der Lebensluft 4, 75; der brennbaren Luft gar 21, 40; der kohlensauren Luft 1, 04; der atmosphärischen Stickluft nur 0, 79 **).

485. Die Temperatur einer Mischung zweyer ungleichartigen Körper zu berechnen, setzt man die Summe der Producte aus den Massen in die specifische Wärme und in die Temperatur nach dem Thermometer vor und nach der Mischung einander gleich. Auf dieser Gleichheit beruht eben die Bestimmung der specifischen Wärme. Die Angabe des Thermometers muß nach (480.) berichtigt werden. Die Körper müssen bey der Mischung keine chemische Wirkung auf einander äußern, das ist, keine Zersetzung und neue Verbindung bewirken, nur bloß sich in die vorhandene empfindbare Wärme theilen. Versuche dieser Art sind leicht fehlsam. Crawford hat daher auch bey seinen neuen

*) Crawford on animal heat etc. The 2d edit. (London 1788.) p. 287.

**) Crawford pag. 237—249. In der ersten Ausgabe war die specifische Wärme der Lebensluft 87; der gemeinen Luft 18, 6 angegeben. — Drückt man die Menge des freyen Wärmestoffs in einem Maaße Lebensluft durch 4, 75 aus, und in drey Maaß Stickluft durch 3mahl 0, 79, oder durch 2, 37, so ist die Menge in der Mischung beider (gemeiner Luft) 7, 12, und in einem Maaße der letztern 1, 78, fast genau so, wie Cr. sie angiebt.

neuen Versuchen über die Vertheilung der Wärme, die er mit einem dazu besser eingerichteten Apparat angestellt hat, zum Theil ganz andere Resultate erhalten.

486. Sehr sinnreich ist die von Lavoisier und de la Place erfundene Vorrichtung, die Mittheilung der Wärme zu messen. Der erwärmte Körper wird in ein Gefäß gethan, in welchem er mit Eise umgeben ist, ohne es zu berühren. Dieses Eis ist wieder mit Eise umgeben, um es vor der äußern Luft zu bewahren, aber durch eine Wand von Blech von jenem Eise abgesondert. Aus der Menge des geschmolzenen innern Eises, bis zu dem Zeitpuncte, da der Körper sich bis zur Temperatur 0, oder des zergehenden Eises, abkühlt, wird sein Vermögen, Wärme mitzutheilen, berechnet *). Ein Pfund Eis zu schmelzen, wird ein Pfund Wasser erfordert, welches die Temperatur 60 Gr. an einem Thermometer, dessen Fundamentalabstand 80 Gr. ist, oder 167 Gr. Fahr. erhalten hat. Ein Pfund Eisenblech in aufgerollten Streifen, das von 60 Gr. bis 0 sich abkühlt, schmelzt 0,11077 Pfund Eis. Die specifische Wärme des Wassers und des Eisenblechs verhält sich demnach wie 1 : 0,11077 **). Crawford setzt für das Eisen die Zahl 0,1269.

487. Das Verhalten der verschiedenen Materien bey der Fortleitung der Wärme durch ihre Masse, bey der Ableitung aus berührenden Körpern, und bey

*) Mem. de l'Ac. R. des Sc. 1780. Daraus in der Weigelschen Uebersetzung von Lavoisiers Schriften III. S. 292. S. auch Lavoisier traité de Chimie, p. 387.

**) Lavoisier Chimie, p. 401. In dem angeführten Memoire ist die specifische Wärme des Eisenblechs 0,109985 gesetzt.

gleicher Veränderung derselben Temperatur in Rücksicht der dazu erforderlichen Zeit, ist sehr verschieden. Man nennt dieses Verhalten der Körper beym Erwärmen und Erkalten überhaupt ihre wärmeleitende Kraft, ein Ausdruck, der aus der Lehre von der Elektricität hieher übergetragen ist. Man muß aber die hier angegebenen verschiedenen Ereignisse wohl unterscheiden.

488. Metalle verbreiten die Erhitzung, die an einer Stelle fortdauernd geschieht, unter allen Materien am leichtesten durch ihren Raum; hingegen Schwefel, Siegellack und Harze überhaupt am schwierigsten. Beide Gattungen von Körpern verhalten sich gegen die Wärme wie gegen die Elektricität, nur in einem geringern Grade. Steine leiten die Wärme viel schwächer fort als Metalle, doch leichter als Holz. Dieses Fortleitungsvermögen wird mit der specifischen Wärme, als einer gewissen Capacität oder Verwandtschaft für den Wärmestoff, in Verbindung stehen. Es scheint dabey zugleich auf die Erschütterungsfähigkeit der Bestandtheilchen durch den Wärmestoff anzukommen. Die Erwärmung einer metallenen Stange durch Erhitzung eines Endes nimmt mit dem Abstande von diesem Ende ab, indem die Erschütterung desto schwächer wird, je weiter die Theile von der Quelle der Wärme entfernt liegen. Silber und Gold leiten (nach Ingenhouß Versuchen) die Wärme am leichtesten fort, Platina und Bley am schwächsten. — Die Unterbrechung der Erschütterung ist die Ursache, daß Wasser in einem Gefäße, welches in ein anderes, auch mit Wasser gefülltes, gesetzt ist, nicht zum Sieden gebracht werden kann, so stark man das äußere auch sieden läßt.

Glas

Glas leitet die Wärme sehr langsam in sich fort, so wie es die Elektricität nur auf der geriebenen Stelle annimmt. Plötzlich erhitzt zerspringt es, indem die erhitzte Stelle sich zu sehr ausdehnt. Ein heißes Glasgefäß zerspringt, wenn kaltes Wasser hinein gegossen wird, durch zu schnelle Zusammenziehung. Daher läßt sich ein dünnes Glas, das an einer Stelle von einem brennenden Schwefelfaden erhitzt wird, durch Befeuchtung an dieser Stelle zerschneiden. Geschmolzenes Glas in Wasser gelassen glüht inwendig noch, wenn es auswärts schon kalt ist.

Die Luft leitet schwach fort. Die Erwärmung neben einer von der Sonne beschienenen Wand ist in der benachbarten, im Schatten befindlichen, Luft nicht zu spüren. Daher sind Keller auch bey dem Zutritte der Luft im Sommer kühl, und behalten im Winter noch ihre Temperatur. Daher ist die höhere Luft kalt. Wäre die specifische Wärme der Luft wie die des Wassers, anstatt daß sie nahe 2 ist (484.), so würde eine Vermehrung der Wärme, die ihre Temperatur z. B. jetzt von 50° auf 70° bringt, diese von 50 fast auf 90° (auf 86°) bringen, und uns beschwerlich fallen. In warmen Sommertagen ist die Luft schwül, weil alsdann vermuthlich die Stickluft in einer größern Menge beygemischt ist, diese aber weniger Capacität für den Wärmestoff, als die gemeine Luft, hat.

489. Die Ableitung der Wärme aus einem Körper in einen andern berührenden hängt von der specifischen Wärme, Dichtigkeit und Masse des letztern, auch etwa noch von andern Umständen ab. Wolle, Haare, Federn, sind für die Wärme wenig durchdringlich, und verhindern dadurch die Entweichung der Wärme aus unserm Körper, so wie aus den Körpern der damit bekleideten Thiere. Leinwand

und Leder leiten die Wärme mehr ab. Asche und zerstoßene Kohlen erhalten die damit umgebenen Körper lange warm. Das lockere Stroh und Moos schützt Bäume vor dem Erfrieren, eine Schneedecke die Saat. Unter Strohdächern ist es im Sommer kühler, im Winter wärmer, als unter Ziegeldächern. Eisgruben müssen hölzerne Bekleidungen bekommen, nicht steinerne. Erkältete Metalle und Steine scheinen unserm Gefühle kälter als Holz bey derselben Temperatur, weil jene bessere Ableiter der Wärme sind, als dieses. Hieraus erklärt sich auch, was der Graf Rumford gefunden hat, daß kochendes Wasser in einem metallenen Gefäße, woran irgend ein Überzug (als von dem Dampfe einer Wachskerze, Leinwand, u. a.) angebracht ist, sich viel eher abkühlt, als in dem hell polirten Gefäße. — Erwärmtes Glas ist durchdringlicher als Metall, wie dies aus einem Versuche von Rumford erhellt, den er nicht anders, als durch eine erkältende Materie, zu erklären weiß *).

490. Die Erwärmungs- oder Erkaltungsfähigkeit der Körper, bey einerley Umständen, ist sehr merklich verschieden. Queckſilber, in einem kugelförmigen gläsernen Gefäße, kühlt sich an der Luft gerade noch einmahl so schnell ab als Wasser; Leinöl, in dem Verhältnisse 9 : 5, schneller als Wasser. Richmann fand an metallenen gleich großen Kugeln, daß Bley die Wärme am schnellsten annimmt und verliert, worauf Zinn, Eisen, Kupfer, Messing, wie sie hier genannt sind, folgen **). Hr. Mayer zieht aus diesen und seinen eigenen Beobachtungen das Gesetz, daß die

*) Gilberts Annalen, XVII. 219.

**) Die Erinnerungen von Hube in seiner Naturlehre, 2te Ausg. II. Th. 135 S. wegen dieser Versuche sind zu beachten.

die Zeiten, in welchen zwey Körper von einerley Figur und Umfange an der Luft um gleich viele Grade sich abkühlen, sich beynahe verhalten, wie die Producte aus ihren Massen in ihre specifischen Wärmen.

491. Der Wärmestoff ist, wie das Licht, einer Zurückstrahlung von polirten Flächen fähig. Eine fast bis zum Glühen erhitzte, doch nicht leuchtende, Kanonenkugel in dem Brennpuncte eines Hohlspiegels macht ein Thermometer in dem Brennpuncte eines andern, jenem gegen über willkührlich weit gestellten, Brennspiegels merklich steigen. Ein brennendes Licht thut eine ähnliche Wirkung. Aber eine dünne, helle Glasplatte, zwischen den einen Spiegel und dessen Brennpunct gebracht, hemmt sogleich das Steigen des Thermometers.

492. Daß durch die Mischung zweyer Materien von einerley Temperatur oft Hitze oder Kälte hervorgebracht wird, läßt sich auch aus der Veränderung der specifischen Wärme in den durch die Zersetzung und neue Verbindung entstandenen Materien erklären, wiewohl auch hier der Fall seyn kann, daß Feuertheilchen chemisch entbunden oder gebunden, das ist, thätig oder unthätig gemacht werden. Sofern die veränderte Capacität Ursache ist, werden bey einer Verminderung derselben die freyen Feuertheilchen weniger fest gehalten, sie werden elastischer, gehen also in andere Körper, in das Queckſilber des Thermometers über, und zeigen Vermehrung der empfindbaren Wärme. Eine Vermehrung der Capacität bewirkt das Gegentheil.

493. Da wir uns den Wärmestoff als einen höchst elastischen flüssigen Körper vorstellen, so müssen wir demselben auch die Eigenschaft zugestehen, sich

mit andern Körpern zu verbinden, so daß er einen Bestandtheil derselben ausmache, nicht bloß in ihnen als eine fremde Beymischung und als freye Wärme enthalten sey, wie Feuchtigkeit in der Luft oder Wasser in einem Schwamme. In diesem Zustande kann der Wärmestoff auf das Thermometer nicht wirken, so wenig als das in trockner Luftgestalt in der Luft vorhandene Wasser auf das Hygrometer; sondern es wird sich nicht anders, als bey der Veränderung der Form eines Körpers oder seines Aggregatszustandes, offenbaren. Wir wollen den Wärmestoff in diesem Zustande gebundene oder verborgene Wärme nennen. Es kann seyn, daß der gebundene Wärmestoff in einigen Fällen keinen wesentlichen Bestandtheil des Körpers ausmacht, wie in den Neutralsalzen das Krystallisationswasser, das nur zu der krystallinischen Form nothwendig ist. In diesen Fällen möchte er verborgene Wärme heißen; in solchen, wo er ein wesentlicher Bestandtheil ist, gebundene Wärme. Es mag aber hier erlaubt seyn, auf diesen Unterschied nicht zu achten.

494. Wenn ein Pfund Eis von 32 Gr. Fahr. Temperatur mit einem Pfunde Wasser von 172 Gr. vermischt wird, so bleibt die Temperatur der Mischung bey 32 Gr., und das Eis schmilzt. Es werden hier also 140 Grad Wärme angewandt, um das Eis flüssig zu machen, und sich mit dem daraus entstandenen Wasser zu verbinden.

Wird aber ein Pfund Wasser von 32 Gr. zu einem Pfunde Eis von 4 Gr. gesetzt, so wird beynahe $\frac{1}{7}$ des Wassers gefrieren, und die Temperatur der Mischung ist 32. Hier wird also durch den Übergang von $\frac{1}{7}$ Pf. Wasser zu dem festen Zustande so viel Wärme entbunden, daß die Temperatur des Eises um 28

Grad

Grad erhöht wird. Obgleich die Menge des gefrornen Wassers nicht völlig $\frac{1}{7}$ seyn mag, so nehme man sie einstweilen so groß an, und es ist die Menge des entbundenen Feuerstoffes nach dem Thermometer (oder 28 Gr.) gerade der 5te Theil von den vorher verschluckten 140 Gr., so wie die Menge des gefrornen Wassers der 5te Theil von dem vorher aufgethauten Eise. Begreiflich muß bey dem Gefrieren so viel wieder entbunden werden, als durch das Schmelzen gebunden wird.

495. Diese Versuche hat Black in Edinburg schon vor mehr als 50 Jahren gemacht. Wilke in Schweden fand nach seinen Versuchen, daß eine Wärme von 72 Grad der Schwedischen Scale (474.) erforderlich sind, um Eis zu schmelzen. Diese betragen 130 Gr. Fahr. Nach de la Place und Lavoisier waren es, nach einem Mittel aus mehrern Versuchen, 60 Gr. der Französischen Scale, oder 135 Gr. Fahrenh. Es kommt hiebey auf kleine Nebenumstände und die Capacität des Eises selbst an, welche sich zu der des Wassers wie 9 : 10 verhalten soll.

496. Das erste Gesetz der Temperaturveränderungen, welches aus diesen und andern Versuchen *) folgt, ist, daß bey dem Übergange von dem Zustande der Festigkeit zur Flüssigkeit Wärmestoff gebunden, bey dem Übergange von der Flüssigkeit zur Festigkeit aber entbunden wird.

497.

*) Hieher gehört auch der Blick des Silbers, der zuletzt bey dem Abtreiben desselben auf der Capelle erfolgt (374.). Die Oberfläche des geschmolzenen Silbers, welche gegen das Ende des Prozesses mit lebhaften Regenbogenfarben spielte, wird beym Festwerden auf einen Augenblick hellglänzend.

497. So wird bey der Auflösung der krystallinischen Salze im Wasser, oder mit Schnee und Eis, Kälte erzeugt, indem so wohl das Salz als auch dessen Krystallisationswasser in den flüssigen Zustand übergehen. — Bey der Vermischung von Schnee mit rauchender Salpetersäure sinkt das Fahrenheitsche Thermometer 40 Grad unter 0. Die schnelle Schmelzung des Schnees vergrößert die Erkältung. — Wenn die Kugel eines Thermometers mit Zinnfolie belegt und in Queckſilber getaucht wird, so wird durch die Auflösung des Zinnes in dem Queckſilber das Thermometer zum Fallen gebracht.

498. Die Erhitzung des gebrannten Kalks mit Wasser rührt daher, daß das letztere zu der festen Form bey der Verbindung mit dem Kalke übergeht. So auch mit gebranntem Gyps und Alaun. — Wenn ungelöschter Kalk mit Ammoniak gemischt, und Wasser darauf gegossen wird, so entsteht eine starke Erhitzung. Die Capacität für den Wärmestoff kann bey diesen Mischungen auch vermindert werden. Zerfallne Salze, die ihres Krystallisations-Wassers beraubt sind, ziehen das Wasser begierig an, machen es fest, und entbinden dadurch dessen Flüssigkeits-Wärme.

499. Gefrierendes Wasser behält die Temperatur von 32 Gr. Fahrenh., wenn gleich die Luft weit kälter ist, weil die beym Gefrieren sich entbindende Wärme diejenige, welche es an die Luft abgiebt, wieder ersetzt. — Es kann auch gefrierendes Wasser, wenn es ruhig steht, bis unter den Eispunct erkalten; so wie es aber geschüttelt wird, gefriert es plötzlich oder krystallisirt sich, und treibt das Thermometer sogleich auf den Gefrierpunct. So bleibt auch eine gesättigte Auflösung des Glaubersalzes in der Ruhe erkaltend ganz flüssig; wird aber das Gefäß geschüttelt,

telt, so schießt die Auflösung plötzlich an, und in diesem Augenblicke steigt auch darin das Thermometer.

500. Zweytes Gesetz. Wenn tropfbare Flüssigkeiten in Dämpfe übergehen, so wird Wärmestoff als Bestandtheil der Dämpfe gebunden; wenn sich Dämpfe zu tropfbaren oder festen Körpern verdichten, so wird Wärmestoff frey.

501. Daß Ausdünstung Kälte erregt, hat man schon längst an Thermometern bemerkt, die man mit der Kugel in Wasser tauchte, und an der Luft wieder trocknen ließ. Wenn man das Thermometer mit Äther benetzt, so ist die Erkältung beträchtlich (411.). Die Seefahrer pflegen, um den Wein abzukühlen, die mit einer nassen Leinwand belegten Flaschen zwischen den Segeln aufzuhängen.

502. Das Wasser kocht bey einem Drucke der Luft, der einer Quecksilbersäule von 28 Zoll gleich ist, wenn die Erhitzung bis zu 212 Gr. Fahrenh. gestiegen ist. Eine größere Hitze nimmt es in einem offenen Gefäße nicht an, weil aller Wärmestoff, der demselben mitgetheilt wird, zu der Bildung der Dämpfe verwandt wird. In verschlossenen Gefäßen, besonders in dem Papinischen Topfe, nimmt es eine weit größere Hitze an, so daß Zinn und Bley, an einem Drath darin aufgehängt, zum Schmelzen gebracht werden können. Allein, so wie der Hahn geöffnet wird, verwandelt sich ein Theil des Wassers gleich in Dampf, und in demselben Augenblicke fällt die Hitze des Wassers auf 212 Grad. — Wenn 8 Pfund Eisenfeile von 300 Gr. Temperatur mit 1 Pf. siedendem Wasser von 212 Gr. vermischt werden, so steigt plötzlich ein Theil des Wassers in Dampf auf, und das Gemenge so wohl als der Dampf haben 212 Grad. Watt in

Eng-

England, der Verbesserer der Dampfmaschine, schließt aus seinen Versuchen über die Hitze der Dämpfe, daß, wenn die Menge des auf die Dämpfe des kochenden Wassers verwandten Feuers in einer nicht verdunstbaren Substanz von gleicher Capacität mit dem Wasser frey würde, sie in einer Masse derselben, die so viel an Gewicht beträgt, als das in den Dämpfen enthaltene Wasser, eine Hitze von 943 Gr. Fahr. hervorbringen würde, die Barometerhöhe zu 30 engl. Zoll angenommen.

503. Bey einem geringern Drucke der Atmosphäre geräth das Wasser mit einem geringern Grade der Hitze ins Kochen. Der Unterschied beträgt für eine Barometerhöhe von 28 und von 27 Zoll so viel, als $\frac{1}{97}$ des Fundamentalabstandes am Thermometer. Bey einem geringern Druck der Luft ist auch der Zusammenhang der Wassertheilchen geringer, und leistet der ausdehnenden Kraft der Hitze weniger Widerstand (449.). Auch mag die dünnere Luft die Wärme weniger leiten, daher die Feuertheilchen genöthigt werden, sich mehr gegen das Wasser zu wenden; sie greifen es also stärker an, oder bringen es eher zum Kochen.

504. In einem fast luftleeren Raume muß also das Wasser bey einer mäßigen Wärme kochen, wenn gleich die Erniedrigung des Siedpunctes nicht der Verminderung des Drucks der Luft proportional seyn wird. Das Aufwallen des Wassers zeigt noch nicht den Zustand des Siedens an, sondern kann auch von der Entwickelung der wasserförmigen Luft in demselben herrühren (447.). Musschenbroek erzählt, daß er das Wasser im luftleeren Raume oft bey 88 Gr. Fahr. habe kochen gesehen. Mit Vitrioläther kann man den Versuch noch auffallender machen. Es wird ein

Ge-

Gefäß mit dieser Flüssigkeit ganz gefüllt, und mit einer oder zwey Blasen oben verschlossen. Man setzt es unter die Glocke einer Luftpumpe, leert die Luft aus, und durchsticht mit einer in die Glocke herabgehenden Pfrieme die Blasenhaut, so fängt der Äther gleich an zu kochen, und erfüllt die Glocke mit Dämpfen. Ein unter der Glocke mit eingeschlossenes kleines Thermometer fällt beträchtlich. — In den Pulshammern (luftleeren, etwas Wasser oder Weingeist enthaltenden gläsernen Röhren, mit einer Kugel) bringt man das Wasser durch die Wärme der Hand zum Aufwallen. Noch besser dient hiezu eine luftleere Röhre mit zwey Kugeln, an jedem umgebogenen Ende eine. Die Kugeln werden zur Hälfte mit Wasser oder Weingeist gefüllt.

505. Da das Wasser nur eines gewissen Grades der Hitze im Freyen fähig ist, so wird es mit großem Gepraffel umher geworfen, wenn es zu Körpern kommt, die eine viel größere Hitze haben, z. B. zu kochendem Öl oder zu geschmolzenem Metalle, besonders zu Kupfer.

506. Drittes Gesetz. Wenn feste oder tropfbar flüssige, oder dampfförmige Körper in Luftgestalt übergehen, so wird Wärmestoff in ihnen gebunden; wenn luftförmige Körper sich in dampfförmige, oder in flüssige, oder in feste, verwandeln, so wird fühlbarer Wärmestoff entbunden.

Es wird genügen, den zweyten Theil dieses Satzes durch einige Erscheinungen zu beweisen und zu erläutern, woraus der erste Theil als ein umgekehrter Satz folgt, den man auch nach der Analogie aus den Sätzen (496. und 500.) folgern kann. Z. B. bey der Mischung der Lebensluft mit Salpetergas, entste-

hen

hen Salpeterdämpfe; bey der Mischung der Lebensluft mit salzsaurem oder flußsaurem Gas saure Dämpfe; bey der Mischung von salzsaurem und Ammoniakgas erzeugt sich ein fester Salmiak, u. s. m., alles mit Erwärmung oder Entbindung freyer Wärme. In dem zuerst angeführten Beyspiele von den Salpeterdämpfen ist die entstandene Wärme nur schwach, so daß die Salpetersäure einen großen Theil des Wärmestoffes, den die Lebensluft hatte, behält. Bey der Vereinigung von Lebensluft mit brennbarer zu Wasser, durch Detonation, entsteht Wärme mit Flamme.

507. Der Wärmestoff kann in einem Körper so angehäuft werden, daß er leuchtend wird, es sey nun, daß das Leuchten bloß eine sichtbar gewordene Beschaffenheit des Wärmestoffs ist, oder daß eine mit demselben verbundene Materie abgeschieden wird. Das Leuchten mag man als ein Symptom der Sättigung mit Wärmestoff ansehen. Feuerbeständige Körper glühen bloß, ohne die Luft zu zersetzen, wie die drey edlen Metalle, und die reinen Erdarten, insbesondere Quarz, und auch Glas. Feuerflüchtige Körper zersetzen die Luft, und verbreiten durch ihre entweichenden glühenden Theile in der Luft eine Flamme, theils stärkere, theils schwächere, reinere oder unreinere, weiße oder farbige, größere oder kleinere. Durch das Verbrennen wird ein Körper ganz oder zum Theil verflüchtigt, und erhält, so wie seine zerstreuten Theile, eine andere Beschaffenheit, als er vorher hatte. Die Luft, zunächst des flammenden Körpers, mag selbst zum Glühen gebracht werden können.

508. Daß ohne Zutritt der Luft kein Verbrennen von Statten geht, und daß in einem eingeschlossenen Luftraume nur eine gewisse Menge eines Kör-

Körpers verbrannt werden kann, ist eine gemeine Erfahrung; auch daß eine Flamme durch Beschütten mit Sand, oder sonst durch Mittel, welche die Luft abhalten, erstickt wird. Ganz deutlich zeigen die schon angeführten Versuche über das Verbrennen von Holzkohle, Schwefel und Phosphor (263, 264, 272.), daß die Luft beym Verbrennen eines Körpers vermindert wird, und daß der Verlust in dem Producte des Verbrennens sich wieder findet. Insbesondere erhellt aus den Versuchen über das Verbrennen in Sauerstoffgas (431. 432.), daß der in der Luft befindliche Sauerstoff (Oxygen) eigentlich die Verbrennung bewirkt. Nachdem nämlich ein Körper, es sey unmittelbar durch Berührung mit einer Flamme, oder mittelbar durch einen andern Körper, so weit erhitzt ist, daß er durch die Verwandtschaft seiner Materie zu dem Sauerstoffe in der Luft diesen sich zueignen kann, so wird durch die Zersetzung das Sauerstoffgas, und die Änderung der Form, Wärme frey (506.), wozu noch eine Verminderung der Capacität durch die neue Verbindung kommen kann. Die Erhitzung von dem frey gewordenen Wärmestoffe macht den Körper noch fähiger, die neu hinzu tretende Luft zu zersetzen. Dadurch wird die Stärke der Flamme vergrößert, bis daß die feuerflüchtige Materie des Körpers abnimmt. Je vollkommener die Zersetzung der Luft ist, desto heftiger ist die Gluth. Daher unterscheidet sich die Flamme verschiedener entzündbaren Körper sehr an Intensität, nach dem Grade ihrer Verwandtschaft zu dem Oxygen.

Die Flamme steigt durch den Druck der äußern sie umgebenden Luft auf die in ihr befindliche sehr erhitzte und dünnere empor, wirkt auf die darüber liegende Luft durch den gerade entgegengesetzten Stoß der schnell bewegten Feuertheilchen viel stärker, als auf

die an den Seiten befindliche, an welcher sie nur vorbeystreicht, und befördert, indem sie jene ausdehnt, selbst ihren Zug aufwärts. Die Luft an den Seiten kühlt die Flamme etwas ab, oben am meisten, weil hier die Dichtigkeit der Flamme geringer ist, als an dem Körper. Daher die zugespitzte Gestalt der Flamme einer Kerze.

509. Der **Rauch**, welcher oft eine Flamme verunreinigt, entsteht aus den nicht völlig aufgelöseten, fortgerissenen Theilen des brennenden Körpers, und zeigt sich besonders an der Spitze, wo die Flamme weniger dicht ist. Je freyern und reichlichern Zugang die Luft hat, desto mehr wird der Rauch vermindert. Man sieht dieses an der Argandischen Lampe, an welcher innerhalb des cylindrisch hohlen Dochtes ein beständiger Luftzug unterhalten wird. Auch die Lampen mit bandförmigen Dochten brennen ohne merklichen Dampf. An beiden Lampen ist die Flamme gleich über dem Dochte ungemein klar und durchsichtig, weiß glühend, wegen der gleichförmigen, völligen Auflösung der verflüchtigten Theile. Durch Zuführung einer reichlichern Menge Luft aus Blasebälgen wird die Stärke der Hitze vermehrt, und der Rauch vermindert. Die Feuerwerker geben durch verschiedene Beymischungen zu den entzündbaren Materien der Flamme mancherley Farben.

510. Das **Schmelzrohr** (Löthrohr), eine Röhre mit einer sehr feinen Öffnung an dem einen Ende, dient die Spitze einer Lichtflamme auf einen kleinen Körper, der auf einer Kohle liegt, hinzuleiten, und durch Blasen die Hitze zu verstärken. Es wird besonders zur Untersuchung der Mineralien im Kleinen gebraucht. Man hat auf mehrere Arten das Schmelzrohr mit einem Behälter, der Lebensluft ent-

enthält, verbunden, und dadurch die Wirkung so verstärkt, daß man fast mehr damit ausrichten kann, als mit einem sehr großen Brennglase.

511. Die Thermolampe, eine Erfindung von Lebon in Frankreich, ist ein Ofen, der Wärme und Licht zugleich giebt. In einem Cylinder von Eisenblech ist ein anderer solcher befindlich, der zur Feurungsstätte dient; der verschlossene Raum zwischen beiden wird mit Holzstückchen gefüllt, welche durch das in dem innern Cylinder unterhaltene Feuer verkohlt werden. Es entwickelt sich kohlensaures und kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, nebst brenzliger Holzsäure und brenzligem Öl. Alles dieses wird durch Wasser geleitet, um das Wasserstoffgas oder die brennbare Luft möglichst rein zu erhalten. Diese läßt man durch enge Röhren mit feinen Öffnungen ausströmen, und bringt durch Vervielfältigung und mannigfaltige Anordnung der Mündungen artige Erleuchtungen, in Gestalt feuriger Springbrunnen, hervor. Die andern Producte können auch benutzt werden. Zur Erwärmung ist es diensamer, die Feuerstätte in den Raum zwischen beiden Cylindern zu legen.

512. Zur Entzündung eines Körpers wird eine hinlängliche, für jede Gattung von Körpern verschiedene, Erhitzung erfordert. Z. B. Wachs, Talg, Baumöl, erfordern sehr starke Hitze zum Brennen, darum gebraucht man einen Docht, um diese Materien in geringer Menge zu erhitzen. Die flüchtigen Öle hingegen lassen sich ohne Docht entzünden, weil sie mehr von dem Grundstoffe der brennbaren Luft im Verhältnisse gegen den Kohlenstoff als jene enthalten. (414.). Der reine Weingeist läßt sich entzünden, ohne erwärmt zu seyn. Der Äther (411.) ist noch

entzündlicher. Phosphor braucht nur wenig Hitze, um in Brand zu gerathen; der Pyrophor noch weniger. Nasses Holz wird schwerer in Brand gesetzt, als trocknes, weil die Feuchtigkeit zum Verdampfen viele Hitze wegnimmt. Holz, das mit Alaun durchdrungen ist, brennt schwer. — Hierauf beruhen die brandabhaltenden Überzüge des Holzes, das zur Dachbedeckung angewandte Steinpapier, die zum schnellen Feuerlöschen vorgeschlagenen Mischungen.

513. Ein dünner Körper, der einen dichtern berührt, kann nicht wohl in Brand gesetzt werden, als bis dieser selbst genug erhitzt ist. Er theilt diesem von seiner Hitze immer mit. So wird ein Zwirnsfaden, der um einen Schlüssel fest gewickelt ist, in einer Lichtflamme eine geraume Zeit unverbrennlich erhalten; Schießpulver auf einem kalten Körper zerstreut, wird nicht leicht angezündet; Wasser läßt sich in einem papiernen Gefäße über einer Lichtflamme zum Kochen bringen. — Ein zinnernes offenes Gefäß, mit Wasser gefüllt, schmilzt über dem Feuer nicht, weil das Wasser von der Siedhitze an alle empfangene Hitze zur Bildung der Dämpfe abgiebt. —

514. Der Pyrophor oder Luftzünder ist ein von Homberg erfundenes chemisches Product, welches sich bey der Berührung mit der Luft, zumahl feuchter, von selbst entzündet. Die wesentlichen Bestandtheile desselben sind, höchst trockenes, ätzendes Gewächsalkali, Schwefel und Kohle. Diese werden durch Calcination von einem Theile feinen Kohlenpulvers und fünf Theilen gebrannten Alaun, oder auf andere Art, mit einander verbunden. Der Alaun giebt den Schwefel her, zugleich mit dem Gewächsalkali, welches er zu diesem Zweck enthalten muß. Das Alkali zieht Feuchtigkeit aus der Luft an, und

erhitzt ſich damit (406.), wodurch der Schwefel zur Entzündung gebracht wird, welche die Kohlentheile verſtärken. Es iſt ein ähnlicher Fall, wie bey der hepatiſchen Luft (394.). Der Schwefel mag durch die Verbindung mit dem Alkali eine Verminderung der Capacität für den Wärmeſtoff erleiden.

Der Pyrophor auf eine empfindliche Wage gelegt, wird im Verbrennen ſchwerer. Bringt man denſelben mit gewiſſer Vorrichtung unter eine mit Waſſer geſperrte Glocke in gemeine Luft, ſo entſteht eine beträchtliche Hitze ohne Abbrennen. Die Luft nimmt ab, in dem Verhältniſſe 100 : 72½. Dadurch kann der Pyrophor als Eudiometer dienen. (438.) Sperrt man die Glocke mit Kalkwaſſer (335.), ſo trübt es ſich. In Lebensluft entzündet ſich der Pyrophor, mit hellem Glanze und vieler Hitze. Die Luft wird um $\frac{5}{6}$ vermindert, und bey Anwendung des Kalkwaſſers, welches die erzeugte Luftſäure verſchluckt, bis auf $\frac{1}{12}$ oder $\frac{1}{13}$. Der Rückſtand iſt faſt noch ſo reine Luft als die anfängliche; durch neues Abbrennen eines Pyrophors kann man dieſe noch mehr vermindern, ſo daß nur ein ſehr kleiner Theil übrig bleibt.

515. Daß in dem ſauerſtoffhaltigen ſalzſauren Gas (299.) einige brennende Körper verlöſchen, manche andere aber, ohne eines Anfangs der Entzündung zu bedürfen, ſich von ſelbſt und ſehr lebhaft entzünden, rührt daher, daß jene den Grundſtoff des Gas und das Oxygen von dem Wärmeſtoffe nicht zu trennen vermögen, dieſe es aber durch ihre Verwandtſchaft zu der ſalzſauren Baſis thun, daher der Wärmeſtoff frey wird, und die Metalle in ſalzſaure Oxyde verwandelt werden.

516. Die Entzündung des Schießpulvers ist eine Verpuffung, wie diejenige von Salpeter auf glühenden Kohlen, oder der Kohlen mit glühendem Salpeter (288.). Es besteht größtentheils aus Salpeter mit etwas Kohlen und Schwefel. Der letztere dient, die Entzündung zu beschleunigen, als worauf die Wirkung des Pulvers sehr beruht. In dem Salpeter ist, zufolge der von Lavoisier und la Place in dem Eisapparate (486.) angestellten Versuche, sehr vieler gebundene Wärmestoff enthalten. Sogleich, wie durch Entzündung des Schwefels etwas Oxygen aus dem Salpeter gezogen wird, ist das chemische Gleichgewicht gehoben. Die entstandene Schwefelsäure entbindet das Alkali aus dem Salpeter; der frey gewordene Wärmestoff und das Oxygen bilden mit dem Kohlenstoffe aus den entzündeten Kohlen ein elastisches Fluidum, das kohlensaure Gas. Zugleich entwickelt sich das Azot in dem Salpeter zu Stickgas. Auch mag sich das Krystallisationswasser des Salpeters in die beiden Bestandtheile, Oxygen und Hydrogen, zersetzen, ein neuer Zuwachs an elastischer Luft. Daher entsteht die große Wirksamkeit des Schießpulvers, wenn es eingeschlossen ist. Von dem Wärmestoffe wird zwar ein Theil auf die Gasform verwandt. Allein zugleich bringt die so schnelle Erzeugung der gasförmigen Materien in dem Schießgewehre Erschütterung des Wärmestoffs, und dadurch Erhitzung hervor, so wie schnelle Zusammendrückung der Luft vermögend ist, einen leicht Feuer fangenden Körper zu entzünden (522.). Die heftige Bewegung der Gastheilchen theilt dem Metall eine Erschütterung mit, und diese wird durch Erhitzung bemerkbar. Durch diese Erschütterung geschieht es, daß stark erhitzte Kanonen oder Flinten zerspringen.

517. Das **Knallpulver**, eine Vermiſchung von 3 Theilen Salpeter, 2 Theilen trocknem Gewächsalkali und einem Theile Schwefel, verpuffet mit einem heftigen Knalle durch langſame Erhitzung in einem eiſernen Löffel, da eine kleine Menge Schießpulver uneingeſchloſſen ſich nur mit Geräuſch entzündet. Inzwiſchen mag man von dem Knallpulver viel mehr als einen Löffel voll auf ſtark glühende Kohlen werfen, ohne daß es platzt. Bey der langſamen Erhitzung wird Schwefelleber gebildet, aus dieſer hepatiſche Luft (394.), die mit dem Oxygen aus dem Salpeter abknallt.

518. Die gefährlichen Wirkungen des **Knallgoldes** und **Knallſilbers** (368. 370.) entſtehen durch die zweyfache Zerſetzung des Metalloxyds und des Ammoniaks. Das in jenem ſchwach gebundene Oxygen vereinigt ſich mit dem Hydrogen des andern, ſich entzündend, zu Waſſer, mit Herſtellung des Metalls; das Azot des Ammoniaks wird Stickgas, und verſtärkt die Erſchütterung und die Platzung.

519. Die Miſchung von **oxydirt ſalzſaurem Gewächsalkali** (302.), mit etwas Schwefel verpufft, auf einem Ambos mit einem Hammer geſchlagen, mit einem Knalle wie eines Büchſenſchuſſes. Thut man Kohle hinzu, ſo iſt die Platzung und Entzündung viel heftiger. Zu Schießpulver iſt dieſe Miſchung nicht anwendbar, weil ſie ſich gar zu leicht von ſelbſt entzündet. Der erſte Verſuch im Jahr 1788 in Frankreich, koſtete zwey Perſonen das Leben, und zog vielen ſtarke Verletzungen zu.

520. Manche Materien **entzünden ſich von ſelbſt**, wenn ſie in Haufen zuſammengepackt werden, z. B. aufgeſchüttetes feuchtes Heu, Getreide,

treide, Mehl, Malz, unter gewiſſen Umſtänden. Feuchte, über einander gelegte, Tücher erhitzen ſich, und zerfallen in eine ſchwarze Maſſe. Wolle mit Öl gekämmt, und über einander geſchichtet; Kienruß mit Öl getränkt und in eine Matte gewickelt; geröſtete Rockenkleye, Kaffebohnen, Cichorie u. dergl. heiß in Leinwand gewickelt, entzünden ſich nach einiger Zeit. So in mehrern Fällen. Daraus ſind gewiß oft Feuersbrünſte entſtanden. — Wenn feuchter Kupferſalpeter in dünne Zinnblättchen eingewickelt wird, ſo erhitzt ſich die Salpeterſäure, die zum Theil an das Zinn tritt, mit dieſem, und der Kupferſalpeter wird ſo trocken, daß er ſich entzünden kann. — In allen dergleichen Fällen wird bey der gegenſeitigen Zerſetzung und neuen Verbindung der Materialien nicht allein durch verminderte Capacität eines Theils dem andern Wärme mitgetheilt, ſondern auch der vorher als Beſtandtheil gebundene Wärmeſtoff entwickelt. Die dabey erzeugten luftförmigen Stoffe, wenn ſie entzündbar ſind, mögen vornehmlich die Entzündung, beſonders bey zudringender äußern Luft, bewirken.

521. Entzündung wird zuweilen durch Reiben hervorgebracht, z. B. wenn ein ſpitziges hartes Holz gegen ein Brettchen von hartem Holze durch ſchnelles Drehen gerieben wird, oder wenn die Achſen der Wagenräder nicht gehörig geſchmiert ſind. Eiſen wird durch Kaltſchmieden dunkelglühend. Zwey auf einander geriebene Metallplatten werden heiß; ein Bohrer, eine Säge durch das Reiben gegen Holz ebenfalls. Bey dem Schlagen des Stahls gegen einen Feuerſtein werden ſchwarze Eiſenkörnerchen abgeſprengt, welche geſchmolzenes und ein unvollkommen oxydirtes Eiſen ſind. Im luftleeren Raume findet

man

man nur Stahlstreifchen, als metallisches Eisen. Hier fehlt das Mittel der Oxydirung.

Eine heftige Erschütterung vertritt hier die Stelle des durch Erhitzung angehäuften Wärmestoffs, der eben eine solche, zur Entzündung erforderliche, Erzitterung der Theilchen bewirken mag. Auch kann dadurch der in dem Körper vorhandene Wärmestoff angeregt und in Bewegung gesetzt werden. — Einige Naturforscher setzen die Wärme bloß in eine schwingende Bewegung der kleinsten Theile eines Körpers.

522. Durch eine schnelle und starke Zusammendrückung der Luft läßt sich ein Stück Zundschwamm oder Leinwand entzünden *). Dieses ist neulich entdeckt. Der verdichtete Wärmestoff mag nicht allein elastischer geworden, sondern auch in eine erschütternde Bewegung gerathen seyn, wie beym Reiben. Der verbrennliche Körper muß leicht entzündlich und nicht fortleitend seyn.

523. Umgekehrt wird durch plötzliche und starke Ausdehnung der Luft Kälte hervorgebracht. In der Luftmaschine zu Schemnitz hat sich dieses sehr auffallend gezeigt. Wenn die sehr verdichtete Luft aus dem untern Kessel durch den daran befindlichen Hahn herausgelassen ward, so gefroren die zugleich mit herausfahrenden aufgelöseten Wassertheilchen, in einem vorgehaltenen Hute, zu undurchsichtigem, fast eine Linie dicken, Eise **). Mit den Lufttheilchen zerstreut sich der Wärmestoff sehr schnell, und es folgen aus dem Wasserdunste so viele Wärmetheilchen nach, daß die-

*) Gilberts Annalen, XVIII. S. 240.

**) Berechnung der Luftmaschine zu Schemnitz, S. 9. Oder in Gilberts Annalen, XVIII. S. 412.

dieser gefriert. — Ein Luftstrom aus einer Windbüchse macht ein Thermometer um ein paar Grade sinken.

524. Ein fester Körper schmilzt, wenn die ausdehnende Kraft des Wärmestoffes den Zusammenhang seiner Theile überwindet. Nach dem Gesetze (496.) wird, um den Körper in diesem Zustande zu erhalten, eine gewisse Menge Wärmestoff erfordert, ohne daß die Temperatur dadurch erhöht würde. Der Grad der Wärme oder Hitze, der zum Schmelzen erfordert wird, ist bey verschiedenen Körpern sehr verschieden. Queckſilber ist äußerst leichtflüssig; Platina, Eisen, Nickel, Kobalt und einige andere Metalle, sind äußerst strengflüssig. Die reinen Erden sind theils ganz unschmelzbar (Kiesel-, Talk-, Strontion-, Glycin-Erde), oder nur durch sehr große Hitze erweichbar. Manche Körper, als die meisten Metalle, kommen auf einmahl in Fluß; einige werden vorher weich, als die Fette, die Harze, Eisen und Platina. Einige Metalle schmelzen lange vor dem Glühen, als Zinn, Bley, Wißmuth, Zink; hingegen gerathen Gold, Platina, Silber glühend in Fluß; Kupfer glüht vor dem Schmelzen.

525. Körper, die für sich allein gar nicht, oder sehr schwer schmelzbar sind, können vermengt in Fluß gebracht werden. Dies ist der Fall bey den reinen Erdarten (348.). Die gemeinen Thonarten schmelzen oder verglasen sich leicht, wegen der beygemischten Kalk- und Kieselerde. Die Kalkerde dient als Schmelzungsmittel der Erze, die in Feldspath, Quarz und Thonarten eingemischt sind. Der Flußspath, der für sich in gewöhnlichem Ofenfeuer schwer schmilzt, erleichtert den Fluß der meisten Erze und der ihnen beygemischten unschmelzbaren Steine. Die Schlacken

be-

befördern oft den Fluß des nämlichen Erzes, bey deſſen Ausſchmelzung man ſie erhielt. Die ſalzigen Beymiſchungen, durch welche die Schmelzung ſtrengflüſſiger Materien, beſonders der Erze, befördert wird, nennt man Flüſſe, als fixe Laugenſalze, Salpeter, Borax, Weinſtein, Küchenſalz. Platina und Roheiſen ſchmelzen in ſtarker Hitze zuſammen; Platina und Silber oder Kupfer leicht. — Ein ſchwerer ſchmelzender Körper nimmt mehr freye Hitze auf, als ein zwar leichter, aber auch ſchwer ſchmelzender Körper. Jener bringt alſo dieſen zum Fluſſe, und dieſer wirkt dagegen durch ſeine dichte erhitzte Maſſe auf ihn zurück, und leiſtet mehr, als das zu feine Fluidum des Feuers allein bewirken kann.

527. Das Athemholen iſt in der That nichts anders, als ein Proceß, bey welchem aus der eingeathmeten Luft Wärmeſtoff entbunden und dem Blute in den Lungen mitgetheilt wird. Die von den Thieren ausgeathmete Luft enthält kohlenſaures Gas. Wenn ein Sperling unter einer Glocke mit gemeiner Luft über Queckſilber eingeſperrt wird, bis daß er darin ſtirbt, ſo macht die durch das Athemholen des Thiers veränderte Luft fixes ätzendes Laugenſalz milde, und wird von demſelben um $\frac{1}{6}$ vermindert. Es iſt hier alſo durch das Athemholen kohlenſaures Gas erzeugt, und dazu $\frac{1}{6}$ der vorhandenen Luft angewandt. — Nimmt man Lebensluft, und ſetzt ein Thier, z. B. ein Meerſchweinchen, hinein, läßt das erzeugte Gas von kauſtiſchem Laugenſalze einſaugen, ſetzt in die zurückbleibende Luft einen Vogel, und ſchafft das entſtandene Gas wieder durch Laugenſalz weg, ſo findet man zuletzt die Luft faſt noch eben ſo rein, als anfänglich, woraus folgt, daß durch das Athmen nichts anderes, als Erzeugung von kohlenſaurem Gas bewirkt wird.

528.

528. Die Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft kommt nicht unmittelbar aus dem Blute, sondern wird erst in den Lungen erzeugt, indem der Kohlenstoff aus dem Blute sich mit dem Oxygen in der eingeathmeten Luft verbindet, und vermittelst des Wärmestoffs kohlensaures Gas bildet, auf gleiche Art, wie bey dem Verbrennen der Kohle (263.). Lavoisier fand, wie er Kohle in dem Eisapparate verbrannte, daß die dabey entstandene Wärme der Zahl 96 proportional war, da sie bey Verbrennung von Phosphor mit demselben Aufwande von Lebensluft sich wie 171 würde verhalten haben. Es ist also eine Menge Wärmestoff wie 75 auf die Gasform der Kohlensäure verwandt worden. Umgekehrt kann man also schließen, wo die ausgeathmete Luft eine Wärme wie 75 hat, da ist eine Wärme wie 96 abgesetzt worden. Diese frey gewordene Wärme theilt sich dem nach dem Herzen hinströmenden Blute mit. — Die Erwärmung des Bluts in den Lungen kann auch durch den Umstand befördert werden, daß das kohlensaure Gas, nach Crawfords Versuchen (484.), eine nur etwa halb so große specifische Wärme als gemeine Luft hat, daher weniger Capacität für die Wärme haben, und sie leichter an das Blut ableiten mag. — Die feuchten Dünste beym Ausathmen werden durch die Vereinigung des Hydrogens aus dem Blute mit dem Oxygen der Luft zu Wasserdunst gebildet. Dabey wird, zufolge der Versuche über das Verbrennen von entzündbarer Luft, merklich mehr Wärme entwickelt, als bey der Bildung des kohlensauren Gas. Die Wasserdünste können auch aus der eingeathmeten Luft selbst niedergeschlagen werden. Geschieht dieses, so wird dabey Wärme entbunden (506.).

529.

529. Der uns umgebenden Luft haben wir demnach die Unterhaltung der Wärme unſers Bluts, in einem beynahe unveränderlichen Grade, bey ſo ſehr unterſchiedenen Temperaturen von Hitze und Kälte, zu danken; ein merkwürdiges Beyſpiel, wie vortrefflich in der Natur ein Rad in das andere greift, und jede Kraft auf alle mögliche Arten benutzt wird. Die Wärme verbreitet ſich durch den Körper faſt gleichmäßig, weil das Blut von dem Herzen nach den äußerſten Gliedmaßen ſchnell geführt wird, beſonders aber noch, weil das Blut, ſo wie es mit Kohlenſtoff beladen wird, an ſpecifiſcher Wärme oder an Capacität verliert, alſo etwas von ſeinen freyen Wärmetheilen abſetzt. Crawford fand die ſpecifiſche Wärme des Bluts aus der Carotis eines Schafs größer, als die aus der Droſſelblutader *). Durch die Entladung des Kohlenſtoffes in den Lungen bekommt das Blut mit den aufgenommenen Wärmetheilchen zugleich mehr Vermögen, ſie an ſich zu halten; ſo wie es ſeinen Lauf fortſetzt, nimmt dieſes Vermögen ab, und es wird den Theilen des Körpers allenthalben Wärme mitgetheilt.

530. Lavoiſier und ſeine Freunde fanden, daß ein Meerſchweinchen, in dem Wärmemeſſer (486.), nach einem Mittel aus mehrern Verſuchen, in zehn Stunden 224 Gran kohlenſaures Gas hervorbrachte, und daß es in derſelben Zeit 13 Unzen Eis durch ſeine verbreitete Wärme ſchmelzte. Auf der andern Seite fand er, daß bey dem Verbrennen von Kohlen durch die Entſtehung von 224 Gran Luftſäure $10\frac{2}{5}$ Unzen ge-

*) Er findet die ſpecifiſche Wärme des Waſſers, des Pulsaderbluts und des Venenbluts wie 100; 112; 97. Wegen eines auch in der zweyten Ausgabe nicht verbeſſerten Rechnungsfehlers ſind ſie, wie 100; 103; 90.

geſchmolzen werden. Der Unterſchied iſt aus den Bemerkungen in (528.) erklärbar. Auch Crawford findet durch ſeine Verſuche, daß die erzeugte Wärme bey dem Athemholen nahe dieſelbe iſt mit der durchs Verbrennen von Wachs oder Holzkohlen, wenn in beiden Fällen eine gleiche Menge reiner Luft verzehrt wird.

531. Zur Erklärung des Verbrennens und der damit zuſammenhängenden Erſcheinungen, beſonders der Verkalkung der Metalle, nahm man ſonſt einen allgemeinen Stoff an, der den Grund der Brennbarkeit und Verkalkung enthalten ſollte, und Phlogiſton genannt wurde. Man konnte dieſen aber nirgends nachweiſen, weder unmittelbar noch mittelbar, und gerieth bey den Metallen in Verlegenheit, da ſie bey der Verkalkung Phlogiſton verlieren ſollten, und doch an Gewicht zunehmen. Die Genealogie des Phlogiſton macht es ſchon verdächtig. Paracelſus ſah den Schwefel als den allgemeinen Brennſtoff an; Becher verfeinerte den Begriff, indem er ſich darunter eine fette Erde, als einen Beſtandtheil des Schwefels, vorſtellte; Stahl führte den Namen, Phlogiſton, ein, worunter er, ungefähr ſo wie Becher, einen irdiſchen Stoff verſtand, der nicht Feuer ſey, aber das Feuer aufnehmen könne; die Neuern formten den Begriff auf mancherley Art um, behielten aber das Wort bey; die franzöſiſchen Chemiſten verbannten das Wort mit dem Begriffe.

Siebenter Abschnitt.

Das Licht.

532. Das Licht ist eine äußerst feine, einfache Materie, wofern es etwas Körperliches, und nicht eine bloß unsern Augen empfindbare Wirkung leuchtender Körper ist. Manche Naturforscher halten das Licht für den Ausfluß einer höchst feinen, äußerst schnell bewegten, Materie aus dem leuchtenden Körper; andere erklären es für die schwingende Bewegung einer durch den ganzen Weltraum ausgebreiteten Himmelsluft, des Äthers, die durch den leuchtenden Körper erregt, und dem Sehenerven mitgetheilt wird. Beide Vorstellungen haben ihre Schwierigkeiten. Die erstere ist für die mathematische Untersuchung der Erscheinungen des Lichts sehr bequem. Da das Licht entweder in gerader Linie fortgeht, oder nach gewissen Gesetzen gebrochen und zurückgeworfen wird, so kann man den Gang desselben durch Zeichnung und Berechnung sehr genau darstellen, und davon sehr wichtige Anwendungen machen, welches uns für die Unerforschlichkeit der Natur des Lichts mehr als schadlos hält.

533. Die Flamme und das Glühen eines Körpers ist allemahl mit Licht verbunden, aber Licht ist oft ohne Wärme. Das Licht des Vollmondes, in dem Brennraume eines großen Hohlspiegels oder Brennglases vereinigt, äußert auf ein Thermometer nicht

nicht die geringste Wirkung. In der That ist es 300000, vielleicht noch mehrmahl, geringer als das Licht der Sonne. — Faules Holz, Fleisch und Fische, welche zu faulen anfangen, leuchten unter gewissen Umständen im Dunkeln, so auch verschiedene Insecten und Gewürme *). Das Licht dieser Körper nennt man phosphorescirendes. Es sieht völlig so aus, wie schwach glühender Phosphor, und entsteht ohne Zweifel bey der Entwickelung des Phosphorstoffes in organischen Körpern.

534. Manche Körper haben das Vermögen, das Licht gleichsam einzusaugen und wieder von sich zu geben, weswegen sie Lichtmagnete oder Lichtsauger heißen. Der erste, an welchem diese Eigenschaft zufällig bemerkt ward, ist der Bononische Stein, aus der Familie der Schwerspathe, die alle durchs Calciniren die Eigenschaft erhalten, im Dunkeln hell zu leuchten, wenn sie einige Minuten lang dem Lichte ausgesetzt gewesen sind. Dieses ist der Marggrafische Phosphor. — Der Balduinische Phosphor ist das Rückbleibsel der Destillation einer Kreideauflösung in Scheidewasser, oder ein salpetersaurer Kalk. — Der Hombergische Phosphor ist eine Verbindung der Kalkerde mit Kochsalzsäure. — Der Cantonsche Phosphor wird aus gebrannten und gepulverten Austerschaalen bereitet, die mit Schwefel in einem Schmelztiegel geglüht werden; eine kalkartige Schwefelleber. Dieser leuchtet, wenn er einige Stunden lang dem Tageslichte ausgesetzt gewesen ist, im Dunkeln sehr stark. — Der Flußspath (Kalkerde und Flußsäure) in kleine Stücke zerschlagen, und auf einem ziemlich warmen Eisenbleche aus-

*) S. Priestley's Geschichte der Optik, nach meiner Uebersetzung, S. 407.

ausgebreitet, leuchtet im Dunkeln stark. Diese Eigenschaft besitzen auch manche Kalkerden, die Erde aus Knochen, die ungebrannte Bittersalzerde, die phosphorescirende Blende (ein Zinkerz) und frisch bereitete Zinkblumen. — Einige Diamanten und andere Edelgesteine erscheinen im Dunkeln leuchtend, wenn sie vorher einige Zeit der Sonne oder dem hellen Tageslichte ausgesetzt gewesen sind.

535. Die Sonne, die große Quelle des Lichts und der Wärme, kann es nicht auf eine solche Art seyn, wie es auf unserer Erde brennende und glühende Körper sind. Diese wärmen und leuchten durch eine Zersetzung der sie umgebenden Lebensluft. Jene muß von einer ganz andern Beschaffenheit seyn, als unsere Erde oder die Planeten, es sey nun, daß sie das Licht wirklich aussendet, oder daß eine sie umgebende Lichtsphäre das Licht in Bewegung setzt. Ihre Strahlen, oder die Schwingungen ihrer Lichtsphäre, haben eine ganz unbegreifliche Geschwindigkeit. Sie legen, wie aus sichern astronomischen Beobachtungen erhellt, den Weg von der Sonne nach der Erde in 8 Min. 7 Sec. zurück, das ist in einer Secunde zwischen 24 und 25 Durchmesser der Erde. Das Licht ist daher 923000 mahl geschwinder, als der Schall, der 1042 Fuß (Pariser) in einer Secunde zurücklegt.

536. Das Licht der Sonne braucht nicht selbst Wärme zu besitzen, wenn nur der in der Atmosphäre und in den Körpern befindliche Wärmestoff durch das Licht erregsam ist. Das Licht mag sich zu dem Wärmestoffe verhalten, wie dieser wieder zu den luftförmigen Materien, eben so die Ursache der Elasticität jenes seyn, als derselbe von der Ausdehnungskraft dieser ist. Beym Glühen und Flammen mag das Licht sich von

der Verbindung mit dem Wärmestoffe losmachen. Oder das Licht irdischer Körper ist von einer zwar ähnlichen, aber doch verschiedenen Beschaffenheit, als das Sonnenlicht. Vor dem stärksten Kaminfeuer kann man sich mit einer sehr durchsichtigen Glastafel schützen, bis sie selbst erwärmt ist. Die Hitze der Sonne dringt durch das Glas, und erwärmt es nur sehr langsam. — Die Farben der Körper verändern sich bey Kerzenlichte. — Das Sonnenlicht erregt den Wärmestoff; das Licht der Körper auf der Erde wird von dem Wärmestoffe erregt.

Die Beweglichkeit und Verbreitsamkeit des Lichtstoffes, auch auf der Erde, ist erstaunlich. Eine kleine Lichtflamme sieht man im Dunkeln weit herum; das Feuer eines Leuchtthurms mehrere Meilen weit.

Gerade fortgehendes Licht.

537. Die an den zurückwerfenden Theilchen der Luft oder anderer durchsichtigen Körper sichtbare geradlinichte Erleuchtung nennt man einen Lichtstrahl, welchen man bey mathematischen Untersuchungen als eine bloße Linie betrachtet. — In demselben Mittel geht das Licht in gerader Linie fort. Unter Mittel versteht man jeden durchsichtigen Körper, als Luft, Wasser, Glas.

538. Die Erleuchtung einer Fläche von einem leuchtenden Körper nimmt bey ähnlicher Lage ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Z. E. wenn man eine Schrift in einer Entfernung von 10 Fuß von einem Lichte lesen könnte, so müßte man bey einer Entfernung von 20 Fuß 4 Lichter anzünden, um dieselbe Helligkeit zu haben. Es sey (Tab. II. fig. 54. der Geom.) A der leuchtende Körper, bcde eine Ebe-

Ebene, welche eine Anzahl Lichtstrahlen auffängt. In der doppelten Entfernung AF sey eine andere jener parallele Ebene BCDE, der Durchschnitt der verlängerten Lichtpyramide Abcde, so fällt auf diese Ebene, die viermahl so groß als jene ist, nicht mehr Licht, als auf dieselbe fiel, daher es viermahl schwächer ist.

539. Das Licht der Sonne und des Mondes wird bey dem Durchgange durch die Atmosphäre geschwächt; indem die Lufttheilchen viele Strahlen zurückwerfen oder sonst unwirksam machen. Je niedriger jene Körper am Himmel stehen, desto länger ist der Weg der Strahlen durch die Luft, und desto mehr Strahlen werden aufgefangen, daher wir des Abends oder Morgens die Sonne anzublicken vermögen.

540. In einem verfinsterten Zimmer malen sich durch eine kleine Öffnung in dem Fensterladen die äußern von der Sonne erleuchteten Gegenstände mit ihren Farben ab, aber umgekehrt. Jeder Punct der Wand erhält durch die kleine Öffnung fast nur von einem Puncte jedes Gegenstandes Licht, und sendet es dem Auge unvermischt mit dem Lichte von andern Puncten zu. Daher wird das Auge eben so gerührt, als wenn es die Strahlen von den Gegenständen selbst erhielte. Ist die Öffnung aber groß, daß das Licht von mehrern Puncten eines Gegenstandes auf einen Punct der Wand fällt, so sendet sie dieses vermischte Licht dem Auge zu; daher wird die Empfindung undeutlich. Daß das Bild umgekehrt ist, rührt daher, daß die Strahlen in der Öffnung sich kreuzen. Durch ein convexes Glas in der Öffnung wird das Bild viel deutlicher und lebhafter. — Die in der Öffnung sich kreuzenden, zu verschiedenen Puncten des Gegenstandes gehörigen, Strahlen verwirren sich nicht.

Zurückwerfung des Lichts.

541. Dichte und harte Körper werden durch die Politur mit scharfen Pulvern geschickt gemacht, das Licht in der Maaße, wie es auffällt, mehr oder weniger zurück zu werfen. Rauhe, matte Flächen zerstreuen das Licht nach allen Seiten herum. Wasser ist ein natürlicher Spiegel. Ein mathematischer Spiegel ist ohne die geringste Ungleichheit. Die besten Spiegel der Kunst sind nicht ganz frey davon.

542. Die Lichtstrahlen werden unter demselben Winkel zurückgeworfen, unter welchem sie auffallen. Es sey (Fig. 47.) AB der Durchschnitt eines ebenen Spiegels, C ein leuchtender Punct, von welchem ein Strahl CD auf den Spiegel in D falle, so ist der Reflexionswinkel BDE des zurückgeworfenen Strahls DE gleich dem Einfallswinkel ADC.

543. Man fälle von C auf den Spiegel das Perpendikel CG, und verlängere es über den Spiegel hinaus nach F, verlängere auch den zurückgeworfenen Strahl rückwärts, bis er CGF in F schneide. Die Dreyecke FDG, CDG sind sich gleich (Geom. 36.), also FG=CG.

544. Der Punct F ist das Bild des Punctes C, weil alle Strahlen, die von C auf den Spiegel fallen, so zurückgeworfen werden, als kämen sie von F her. Ein Auge, das vor dem Spiegel irgend wo, als in E steht, sieht das Bild eines Gegenstandes so weit hinter dem Spiegel, als dieser vor demselben liegt, in einem senkrechten Spiegel aufrecht, aber links und rechts verwechselt; in einem horizontalen umgekehrt; in einem Spiegel, der einen halben rechten Winkel mit dem Gegenstande macht, was senkrecht

ist,

ist, horizontal, und was horizontal ist, senkrecht, wie in den Perspectivkästen.

545. Es bilde AB (Fig. 48.) den Durchschnitt eines hohlen Kugelspiegels durch den Mittelpunct C ab. Durch die Mitte G des Bogens AB ziehe man GCP, die Axe des Spiegels, und stelle sich darauf irgend wo einen leuchtenden Punct P vor, von welchem ein Strahl PD auf den Spiegel falle. Dieser wird nach DE zurückgeworfen, so daß DE mit dem Halbmesser CD den Winkel EDC=PDC macht. Die Strahlen, welche von P auf andere Stellen des Spiegels fallen, werden auch nahe in dem Puncte E vereiniget, desto genauer, je kleiner der zu dem Bogen AB gehörige Winkel am Mittelpuncte C ist. Der Punct E heißt das Bild von P.

546. Man stelle sich über P, in dem Perpendikel Pp auf GP noch einen leuchtenden Punct p vor, so liegt das Bild von p auf der Linie pH durch C, in e, wo das Perpendikel Ee auf CG jene Linie schneidet, wofern der Winkel PCp klein genug ist. In diesem Puncte vereinigen sich nahe alle von p auffallende und zurückgeworfene Strahlen wie pFe. Ist Pp eine strahlende Linie, so ist Ee das Bild derselben. Ein Auge bey O erhält daher durch die Zurückwerfung die Strahlen von einem Gegenstande Pp, jenseit des Mittelpunctes, als wenn sie von Ee kämen, und sieht das Bild desselben umgekehrt, verkleinert und vor dem Spiegel schwebend.

547. Auf den Hohlspiegel AB (Fig. 49.) fallen die Strahlen PD parallel mit der Axe GP. Diese werden durch die Zurückwerfung nahe in einem Puncte F der Axe vereinigt, welcher der Brennpunct (Focus) des Spiegels heißt. Seine Entfernung vom

Spiegel, oder die **Brennweite**, ist dem halben Halbmesser CG gleich, oder es ist GF = FC.

548. Es seyn (Fig. 50.) PG, PD Strahlen, die von dem Mittelpuncte der Sonne herkommen; diese können wir wegen der sehr großen Entfernung dieses Weltkörpers für parallel halten. Ihr Vereinigungspunct sey F. Von dem obersten Puncte des Sonnenrandes fallen die parallelen Strahlen pH, ph auf den Spiegel, unter einem Winkel pCP von etwa 16 Min. mit der Axe. Diese vereinigen sich in f. Man lasse die ganze Figur sich um die Axe GCP drehen, so beschreibt F f einen Kreis, in welchem alle von der Sonne auffallenden Strahlen vereinigt sind. Diesen Kreis nenne man den **Brennraum** des Spiegels. Weil die Parallelstrahlen nicht vollkommen genau in einem Puncte vereinigt werden, so ist der wirkliche Brennraum etwas größer und hat eine gewisse Dicke. Das letzte ist zum Anzünden und Schmelzen vielmehr vortheilhaft als schädlich.

549. Der Brennraum F f ist gegen die Fläche des Spiegels sehr klein; daher werden die auffallenden Strahlen in dem Brennraume sehr verdichtet, daß man mit einem großen Brennspiegel gewaltige Wirkungen hervorbringen, die schwerflüssigsten Metalle in wenigen Secunden schmelzen, und Erden oder Steine, welche dem gewöhnlichen Feuer widerstehen, verglasen kann. Z. B. die Brennweite des großen Tschirnhausischen Brennspiegels ist 4 Fuß, der Durchmesser $5\frac{8}{10}$ Fuß. Hier ist $Ff = \frac{186}{10000}$ Fuß, oder der Durchmesser des Brennraums 0,0372 Fuß. Die Verdichtung in dem Brennraume ist gegen das natürliche Sonnenlicht wie das Quadrat von 5, 8 zu dem Quadrat von 0,0372, das ist, wie 24310 zu 1 (Geom. 163.). Wegen der Zerstreuung der Lichtstrahlen

len bey der großen Breite des Spiegels ist die Verdichtung geringer, noch mehr wegen des Verlustes bey dem Zurückwerfen.

550. Ein paraboliſcher Hohlſpiegel (Geom. 279.) vereinigt die mit der Axe parallel einfallenden Strahlen genau in einen Punct, und iſt daher in dieſer Abſicht Hitze zu erregen beſonders brauchbar.

551. Es ſey AB (Fig. 51.) der Durchſchnitt eines erhabenen (convexen) Kugelſpiegels, deſſen Mittelpunct C. Von dem Puncte P der Axe CGP falle auf denſelben der Strahl PD, welcher mit dem verlängerten Halbmeſſer CDc den Winkel PDc macht. Er wird nach DH unter dem Winkel HDc = PDc zurückgeworfen, und ſeine Verlängerung ſchneidet die Axe hinter dem Spiegel in E. Daſelbſt kommen auch die Verlängerungen der übrigen von P auffallenden Strahlen nahe zuſammen. Daher heißt E auch hier das Bild von P. Ein Punct p des Perpendikels Pp auf CP hat ſein Bild auf der Linie Cp in dem Puncte e des Perpendikels Ee. Es erſcheint daher das Bild von Pp einem Auge bey H hinter der Spiegelfläche, in Ee, aufrecht wie der Gegenſtand, und kleiner als er in einem ebenen Spiegel würde geſehen werden.

Brechung des Lichts.

552. Durchſichtige Körper fallen der Wirkung des Lichts nicht hinderlich, wovon aber keine befriedigende Urſache angegeben werden kann. Die Lichtſtrahlen fahren nicht durch einen ſolchen Körper; denn wie können ſie nach allen Richtungen geradlinichte Durchgänge finden? Es ſcheint vielmehr Licht mit dieſen Körpern verbunden zu ſeyn, welches von dem auffallenden Lichte erſchüttert wird, und ſeine Bewegung

dem Lichtstoffe der Atmosphäre auf der andern Seite mittheilt. Damit diese durchgehende Erschütterung möglich sey, müssen die Theilchen des Körpers gleichartig, wenigstens größtentheils seyn, wie in Wasser, Glas, Luft, oder auf eine gleichmäßige Art neben einander liegen, wie in der Krystall-Linse des Auges.

553. Wenn die Lichtstrahlen aus einem dünnern durchsichtigen Mittel in ein dichteres, als aus Luft in Glas, fahren, so werden sie dem Perpendikel in dem Einfallspuncte auf die Fläche zwischen beiden Mitteln genähert oder gebrochen. Der gebrochene Strahl bleibt in der Ebene des einfallenden Strahls und des gedachten Perpendikels. Geht der Strahl aus dem dichtern Mittel in das dünnere über, so wird er von dem Perpendikel abwärts gebrochen.

554. Es stelle (Fig. 52.) AB die Oberfläche von Wasser vor, worauf in C der Lichtstrahl DC aus der Luft fällt. In dem Puncte C setze man EC senkrecht auf AB. Der Strahl DC geht in dem Wasser nicht nach der geraden Linie DCF fort, sondern wird nach CG gebrochen. Man beschreibe aus C mit einem beliebigen Halbmesser CE einen Kreis, ziehe darin ECK senkrecht auf AB, und DH parallel mit AB; nehme $IH = \frac{3}{4}$ DH, und ziehe ICG, so ist CG der Weg des gebrochenen Strahls.

Wäre das brechende Mittel gemeines Glas, so müßte $IH = \frac{2}{3}$ DH oder genauer $\frac{20}{31}$ DH seyn.

555. Das Perpendikel EK heißt das Neigungs- oder Einfallsloth, der Winkel des einfallenden Strahls mit demselben DCE oder KCF heißt der Neigungswinkel, der Winkel des gebrochenen Strahls mit demselben, KCG, der gebrochene Winkel.

Das

Das Gesetz der Brechung ist folgendes: der Sinus des Neigungswinkels (DH) hat zu dem Sinus des gebrochenen Winkels (GL oder IH) in demselben Mittel dasselbe Verhältniß, der Strahl mag, unter welchem Winkel er will, auffallen, z. B. in Wasser wie 4 : 3, in gemeinem Glase wie 31 zu 20.

556. Ist GC der auffallende Strahl, so ist CD der ausfahrende. Bey dem Übergange in das dünnere Mittel wird der Strahl von dem Perpendikel abwärts gebrochen.

557. Durch die Erfahrung sich hievon zu überzeugen, nehme man ein leeres prismatisches Gefäß ABCD (Fig. 53.), und bemerke die Stelle E, wo der Schatten von der Wand BD sich endigt, fülle es darauf mit Wasser, und bemerke nunmehr die Länge des Schattens FD. Die Linien ED, FD sind die Tangenten des Neigungswinkels und des gebrochenen Winkels für den Halbmesser BD, woraus man die Winkel finden, und ihre Sinus mit einander vergleichen kann, deren Verhältniß immer dasselbe seyn wird. Mit einem gläsernen Würfel, den man an BD stellt, kann man den Versuch auch anstellen. Man hat genauere und künstlichere Methoden, die Brechung des Lichts zu erforschen.

558. Stellt man das Auge in G in der Linie EBG, so wird man von dem leeren Gefäße nur den Theil CE des Bodens, von dem vollen Gefäße aber den Theil CF sehen.

559. Die Brechung der Lichtstrahlen verursacht, daß ein in Wasser gehaltener Stab gebrochen scheint.

560. Die wichtigste Anwendung der Brechung des Lichts ist bey den optischen Gläsern und Instrumenten.

Es seyn AGB, AHB (Fig. 54.) zwey Kreisbogen, die aus den Mittelpuncten M und N beschrieben sind, und sich in A, B schneiden. Man lasse die Figur sich um die Linie NM durch die Mittelpuncte drehen, so entsteht ein Körper AGBHA, der zwischen zwey Segmenten einer Kugelfläche eingeschlossen ist. Eine solche Gestalt hat ein **biconvexes Glas** oder eine **optische Linse**. Auf diese Art kann man sich auch die Entstehung der übrigen Gattungen von Gläsern vorstellen. Ist die eine Seite eben (Fig. 55.), so ist das Glas **planconvex**; ist die eine Fläche concav oder vertieft, die andere erhaben und ein Segment einer kleinern Kugel (Fig. 56.), so ist das Glas ein **Meniscus**; ist aber die convexe Seite flacher als die concave, so ist das Glas **concavconvex** (Fig. 57.); ist die eine Seite concav, die andere eben, ein **planconcaves** (Fig. 58.); und, wenn beide concav sind, ein **biconcaves** oder schlechtweg **concaves Glas** (Fig. 59.).

561. Auf das convexe Glas (Fig. 54.) falle von dem Puncte P der Axe (der Linie durch die Mittelpuncte der Flächen) der Strahl PD. Dieser wird in dem Glase von seinem Wege Dd nach dem Halbmesser DM hin gebrochen, in die Lage DEe. In E, bey dem Ausgange in die Luft, wird er von dem Halbmesser NE oder dem Perpendikel NEn abwärts nach EF gebrochen, und schneidet die Axe in F. Nach F werden nahe auch alle übrigen von P auffallenden Strahlen gebrochen, daher heißt dieser Vereinigungspunct das **Bild** des Punctes P.

562.

562. Es stelle die Linie Pp (Fig. 60. Tab. VI.) einen Gegenstand vor, von welchem Strahlen auf das convexe Glas AB fallen. Das Bild des in der Axe liegenden Punctes P sey in F, so ist das Bild von p in dem Perpendikel Ff auf die Axe, wo es von der durch die Mitte des Glases l gehenden Linie plf geschnitten wird, d. i. alle von p auffallende Strahlen vereinigen sich in f. Das Bild ist umgekehrt.

563. Durch eine solche Linse verschafft man sich in einem verfinsterten Zimmer eine sehr lebhafte, aber umgekehrte, Vorstellung der äußern Gegenstände. In der tragbaren Camera obscura wird das Bild durch einen geneigten Spiegel auf dem Boden derselben aufrecht vorgestellt (544.).

564. Die Strahlen, wie PG, PD, (Fig. 61.) fallen parallel auf das convexe Glas AB, so werden sie in einem Puncte F hinter dem Glase vereinigt, welcher der Brennpunct desselben heißt. Ist das Glas gleichconvex auf beiden Seiten, so ist die Brennweite $HF = \frac{10}{11}$ des Halbmessers der Flächen.

565. Der Strahl PIF (Fig. 62.) komme von dem Mittelpuncte der Sonne; die parallelen, gegen die Axe geneigten, pD, pl, pE, von dem obersten Puncte des Sonnenrandes. Ihr Vereinigungspunct ist auf der Linie plf durch die Mitte des Glases, in f neben F. Läßt man die Figur sich um die Axe PF drehen, so beschreibt Ff den Brennraum des Glases, in welchem man, wenn das Brennglas groß genug ist, oder durch ein zweytes, ein Collectivglas, verstärkt wird, wie durch einen Brennspiegel, eine sehr große Hitze hervorbringen kann. Tschirnhausens größtes Brennglas, welches an die französische Akademie

der

der Wissenschaften gekommen ist, hat eine Brennweite von 12 Fuß, also einen Brennraum von $1\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser. Die Chorde ist 33 Zoll, und das Gewicht 160 Pfund. Die Fläche des Glases verhält sich zu der Fläche des Brennraums wie 607 zu 1, so auch die Verdichtung der Strahlen. Vor einiger Zeit ist in Frankreich auf Kosten des damahligen Staatsraths Trudaine ein großes Brennglas verfertigt, welches aus zwey gläsernen Kugelschalen zusammengesetzt ist, die einen Halbmesser der Krümmung von 8 Fuß, und eine Dicke von 8 Lin. haben, zwischen sich einen linsenförmigen leeren Raum von 4 Fuß im Durchmesser und 6 Zoll 5 Lin. in der Dicke lassen. Die Dicke des zusammengesetzten Glases ist 7 Zoll 9 Lin. Dieses Glas ward mit Weingeist ausgefüllt. Die Brennweite ist 10 F. 10 Zoll 1 Lin. Der Brennraum 15 Lin. im Durchmesser. Durch ein Collectivglas von 22 Zoll 8 Lin. Brennweite, 8 Fuß 7 Zoll von der Mitte der großen Linse, ward dieser Brennraum bis zu 8 Lin. verengert. Die Wirkung ist außerordentlich, und übertrifft noch sehr die von dem Tschirnhausischen Brennglase. Spänchen geschmiedeten Eisens, auf einer Kohle in den verengerten Brennraum gehalten, schmolzen fast augenblicklich, mit Aufwallen, Funkensprühen und Verpuffen. Platina in Körnern schmolz in eine einzige Masse, ohne recht flüssig zu werden; reine Platina rauchte und vereinigte sich in eine einzige Masse, die sich mit dem Hammer platt schlagen ließ. In der Folge fand man Terpenthinöl noch vortheilhafter als Weingeist zum Anfüllen des hohlen Raumes. — In London hat vor etwa 20 Jahren Parker eine Brennlinse von Flintglas zu Stande gebracht, deren Flächen drey Fuß zum Durchmesser haben,

566. Zwischen einem Conveꝛglaſe AB und dem Brennpuncte deſſelben F, (Fig. 63.) befinde ſich ein Gegenſtand Pp. Die von P in der Axe auffallenden Strahlen werden durch das Glas weniger divergent (aus einander fahrend) gemacht, und fahren aus dem Glaſe, als wenn ſie von G kämen; eben ſo die von p, als kämen ſie von g. Der Gegenſtand erſcheint durch das Glas aufrecht, und vergrößert, zwar nicht wegen des Sehewinkels (denn dieſer iſt durch das Glas etwa derſelbe, wie ohne daſſelbe in I, da gpl eine gerade Linie iſt), ſondern weil die weniger divergirenden Strahlen von Gg ein deutlicheres Bild im Auge machen, als die von Pp ohne Glas, welches auf die Seele dieſelbe Wirkung thun möchte, als wenn die Puncte des Bildes im Auge weiter aus einander gerückt würden. Oder, wir haben durch vielfältige Erfahrung eine Fertigkeit erlangt, die Divergenz der Strahlen zu unterſcheiden, und dadurch von der Entfernung eines Gegenſtandes zu urtheilen. Da der Sehewinkel durch das Glas derſelbe bleibt, wie ohne das Glas, ſo ſcheint der Gegenſtand vergrößert.

567. Weitſichtige Perſonen gebrauchen conveꝛe Gläſer, um nahe Sachen betrachten zu können, die ohne Glas, wegen der für ihre Augen zu großen Divergenz der Strahlen, von ihnen nicht deutlich würden geſehen werden. Sie gewinnen dabey an Helligkeit, weil ſie von Gg in der Entfernung GI ſo viel Strahlen bekommen, als von Pp mit bloßen Augen, in der Entfernung PI.

568. Die Wirkung der einfachen Mikroſkope beruht auf demſelben Grunde. Der Gegenſtand Pp (Fig. 64.) wird in den Brennpunct eines conveꝛen Glaſes von einer kleinen Brennweite geſtellt. Die Strah-

Strahlen, welche von einem Puncte P oder p divergirend auffallen, werden durch das Glas parallel gemacht. Sieht das Auge durch Parallelstrahlen deutlich, so kann es den sehr genäherten Gegenstand deutlich erkennen, und sieht ihn also unter einem vielgrößern Winkel, als es mit bloßen Augen möglich ist. Z. E. Man könnte den Gegenstand nicht in einer kleinern Entfernung als 6 Zoll oder 72 Lin. deutlich sehen, und betrachtete ihn durch eine Linse von 1 Linie Brennweite, so hätte man den Gegenstand sich 72mahl näher gerückt, und dadurch den Winkel, unter welchem man ihn sähe, 72mahl größer als mit bloßen Augen gemacht. Wäre die Brennweite nur eine halbe Linie, so wäre die Vergrößerung 144. Zu sehr starken Vergrößerungen braucht man Kügelchen. Die Brennweite einer Kugel ist dem vierten Theile ihres Durchmessers gleich.

569. Das Planconvexglas und der Meniscus leisten ähnliche Wirkungen wie die biconvexen Gläser. Das biconcave Glas macht die divergirenden Strahlen noch mehr divergent, und die convergirenden weniger convergent. Es ist in allen Stücken dem convexen entgegengesetzt. Es sey AB (Fig. 65.) ein solches Glas, auf welches von P in der Axe desselben der Strahl PD falle. Dieser wird bey der ersten Brechung dem Perpendikel MD genähert, also von der Axe PMN abgelenket; in E wird er von dem Perpendikel NE weg gebrochen, und noch mehr von der Axe abgeneigt. Der ausfahrende Strahl Ee, rückwärts verlängert, schneide die Axe in F, wo auch die übrigen Strahlen rückwärts verlängert sich schneiden, so heißt F das Bild von P, ob man gleich kein wirkliches Bild daselbst darstellen kann.

570.

570. Wenn die Strahlen PD (Fig. 66.) parallel mit der Axe PI des Glases AB auffallen, so wird der Vereinigungspunct F der ausfahrenden auch ein **Brennpunct** genannt, nicht in physischem, sondern in geometrischem Verstande.

571. Es sey Pp (Fig. 67.) ein Gegenstand vor dem concaven Glase. Das Bild von dem Puncte P in der Axe sey F, so liegt das von p in der Linie pI durch die Mitte des Glases neben F in f, und ein Auge vor dem Glase bekömmt die Strahlen von Pp, als wenn sie von Ff kämen. Eines solchen Glases bedienen sich **Kurzsichtige**, um die für ihre Augen zu geringe Divergenz der Strahlen zu vermindern, und den Gegenstand sich näher zu bringen.

572. Das planconcave und convexconcave Glas sind dem biconcaven in ihren Wirkungen ähnlich.

573. Die Strahlen, welche von dem Brennpuncte eines Convexglases F (Fig. 61.) auffallen, fahren parallel mit der Axe aus, daher man mittelst eines in den Brennpunct des Glases gesetzten Lichtes einen entfernten Gegenstand stark erleuchten kann. Und die, welche nach dem Brennpuncte eines Concavglases F zufahren (Fig. 66.), werden durch das Glas der Axe parallel.

Beugung des Lichts.

574. In einem dünnen Sonnenstrahle in einem verfinsterten Zimmer ist der Schatten eines Haars breiter, als er seyn müßte, wenn das Licht gerade an dem Haare vorbeygienge. Die Schatten der Körper, die in dieses Licht gehalten werden, bekommen bunte Säume. Ein Lichtstrahl, der zwischen zwey

bis

bis zur Berührung nahen Messerschneiden durchgeht, theilt sich, und läßt einen Schatten dazwischen. In einer etwas größern Entfernung derselben von einander, zeigen sich an ihrem innern Schatten farbige Säume. Folglich scheinen die Körper in einiger Entfernung schon auf das Licht zu wirken, und es zu beugen.

Die Farben.

575. Durch das gläserne Prisma ABC (Fig. 68.) gehe in einem verfinsterten Zimmer der Lichtstrahl DE. Die zweymahl bey E und F gebrochenen Strahlen zerstreuen sich, und bilden an der Wand eine sehr schöne Reihe in einander laufender farbiger Kreise von I bis K, oder ein längliches Sonnenbild, an welchem die Farben von unten auf in folgender Ordnung sich zeigen: Roth, Orange, Gelb, Grün, Himmelblau, Indigblau, Violett. Eigentlich sind es unzählig viel Farbenstufen, die wir aber, so viel ihrer für das Auge keinen merklichen Unterschied haben, für eine Farbe nehmen.

576. Wenn alle Theile des Lichtstrahls einerley Brechung litten, so müßte, bey gleichen Einfalls- und Ausgangswinkeln E und F, das Sonnenbild rund seyn. Da es in dieser Lage wie in jeder andern länglich ist, so folgt, daß die Sonnenstrahlen eine ungleiche Brechbarkeit haben, und daß jeder Grad der Brechbarkeit mit einer gewissen Farbe verbunden ist, welche die Strahlen uns empfinden lassen. Die rothen Strahlen, wie GI, sind am wenigsten brechbar, die violetten, wie HK, am meisten, die grünen, wie FL, halten das Mittel. Fängt man die rothen mit einem zweyten Prisma auf, so sind sie auch durch die-

dieſes weniger brechbar, als die violetten durch daſſelbe ſind. Jene werden aber nicht weiter verändert, ſo wenig als dieſe. Stellt man hinter ein horizontales Prisma ein ſenkrechtes, ſo wird das farbige Sonnenbild nur geneigt, ohne in die Breite gedehnt zu werden, welches auch beweiſet, daß die Strahlen von jeder Farbe ihren beſtimmten Grad der Brechbarkeit haben. Kurz, man mag die Strahlen von einer gewiſſen Farbe ſich brechen laſſen, wie man will, ſie bleiben unverändert.

577. Wenn man Gegenſtände durch ein Prisma betrachtet, ſo erſcheinen an den Gränzen heller und dunkler Theile einige der prismatiſchen Farben; betrachtet man aber eine ganz gleichförmig erleuchtete Fläche, z. B. den blauen oder weißen Himmel, ſo zeigen ſich gar keine Farben. In dieſem letztern Falle giebt jeder Streifen am Himmel beym Durchſehen einen bunten gedehnten Streifen mit allen prismatiſchen Farben, unten violett, oben roth, wenn der Winkel des Prisma unterwärts gekehrt iſt. Allein weil alle dieſe Streifen ſich nach der Reihe mit einander vermiſchen, das Rothe des einen mit dem Gelben des zunächſt höhern Streifens, und ſo folgweiſe alle Farben, ſo entſteht nur weißes Licht. Wo aber ein dunklerer Körper ſich befindet, da hört die Folge der buntfarbigen Streifen auf, und es wird aus der Miſchung eine Farbe nach der andern entzogen. Daher ſieht man buntes Licht, z. B. an dem obern Rande eines Daches, ſchön blau und darunter violett; an dem untern Rande des Riegels eines Fenſterrahmen gelb und darüber roth. Iſt der dunkle Körper ſchmal, z. B. ein Fenſterſproſſen, eine Windfahne, ſo ſtoßen jene und dieſe Farben zuſammen, und bedecken den Gegenſtand. In Fig. 69. iſt ABC das Prisma; D

eine Stelle des Gegenstandes, von welchem der Strahl DE auf das Prisma fällt, und nach EF gebrochen wird. Die Zerstreuung der ungleichartigen Strahlen ist hier nicht ausgedruckt. In F werden sie wieder gebrochen, nach verschiedenen Richtungen, so daß FV ein violetter, FG ein grüner oder gelber, FR ein rother ist. Ist es unter D dunkel, so erhält das Auge O den violetten Strahl FV unvermengt, den darüber liegenden blauen mit einem violetten von der Stelle über D vermischt. Ist es oberhalb D dunkel, so geht es mit den rothen und gelben eben so wie dort mit den violetten und blauen.

578. Wenn das Prisma ABC (Fig. 68.) so gedreht wird, daß die ausfahrenden Strahlen im Glase mit der zweyten Fläche nach und nach kleinere Winkel machen, so fahren sie zuletzt nicht mehr aus, sondern werden in das Glas zurückgeworfen, die violetten zuerst (etwa bey einem Winkel von 50 Grad mit der Glasfläche), dann die blauen und so nach der Ordnung, die rothen zuletzt. Die brechbarsten Strahlen sind zugleich diejenigen, die sich am leichtesten zurückwerfen lassen. Die Zurückwerfung selbst so wohl, als die Ordnung bey derselben, ist in der That eine geometrische Folge aus dem Gesetze der Brechung.

579. Brechung und Zurückwerfung sind vermuthlich nur Wirkungen einer und derselben, nach den Umständen modificirten, Kraft. Wo Brechung ist, ist auch Zurückwerfung; wir könnten sonst einen durchsichtigen Körper nicht sehen. Ein biconvexes Glas zeigt beym Daraufsehen mit der vordern Seite die Erscheinungen eines Convexspiegels, mit der hintern diejenigen eines Concavspiegels; ein biconcaves Glas umgekehrt. Ja diejenigen Körper, welche das Licht am stärksten brechen, werfen es auch am lebhaftesten zu-

zurück. Brechung verwandelt sich in Zurückwerfung, wenn der Neigungswinkel des Strahls gegen die brechende Fläche, bey dem Durchgange aus einem dichtern Mittel in ein dünneres, bis auf eine gewisse Größe vermindert wird.

580. Durch ein zweytes Prisma, das in Absicht auf das erste eine entgegengesetzte Lage hat, werden die getrennten Farben wieder in eine weiße verwandelt, gleichfalls durch ein Brennglas. Trägt man auf die Oberfläche eines Kreises die 7 Hauptfarben in dem Verhältnisse der Räume, wie auf dem farbigen Sonnenbilde, so erscheinet sie beym schnellen Umdrehen weißlich. Eine gehörige Mischung farbiger Pulver ist grau, und im Sonnenlichte weiß. Die weiße Farbe ist aus allen prismatischen Farben zusammengesetzt. So geben auch Gelb und Blau das zwischen ihnen liegende Grün; Roth und Gelb Orange; und überhaupt die Farben, die in der Reihe der prismatischen nicht zu weit von einander entfernt sind, die zwischen ihnen liegende. Die Pigmente müssen bloß gemischt seyn, nicht chemisch auf einander wirken.

Man unterscheide Farben und Pigmente. Jene sind specifische Unterschiede der Lichtstrahlen, diese sind Materien, die sich auf gewisse Art gegen das Licht verhalten. Pigmente mögen sich auf drey einfache Farben bringen lassen; darum aber noch nicht die Farbe des Lichts selbst.

581. Hieraus läßt sich einiges von den Ursachen der Farben erklären. Körper scheinen von einer gewissen Farbe, weil sie eine gewisse Gattung von Strahlen zurückwerfen, die andern aber zurückhalten, oder in ihre Substanz aufnehmen. So sendet Mennige die am wenigsten brechbaren, oder die rothen, am häu-

figsten zurück, ein Veilchen die am meisten brechbaren. Stellt man Körper in das gleichartige, durch ein Prisma gesonderte, Licht, so sieht jeder in demjenigen Lichte, das mit seiner Farbe übereinkommt, am glänzendsten aus. Läßt man Strahlen von einer andern Farbe auf solche Körper fallen, so zeigen sie diese Farbe, wenn die Strahlen anders recht gleichartig sind. Denn sonst erscheinen sie mit einer gemischten von ihrer natürlichen und der des auffallenden Lichtes. Ein weißer Körper sendet alles auffallende Licht zurück, oder wenigstens die verschiedenen Gattungen von Strahlen in dem Verhältnisse, in welchem sie im Sonnenlichte vorhanden sind. Ein vollkommen schwarzer Körper, als das Entgegengesetzte des weißen, würde gar kein Licht zurückwerfen müssen. Aber er kann eine glänzende, etwas spiegelnde, Politur annehmen, wirft also doch Licht zurück. Durchsichtige Körper zeigen eine gewisse Farbe, weil sie nur von derjenigen Gattung Licht, welche zu dieser Farbe gehört, durchdrungen sind, daher dieses zu der Substanz des Körpers gehörige Licht allein von einem gleichartigen in Bewegung gesetzt werden kann (552.).

582. Daß Körper nach Beschaffenheit ihrer Farbe mehr oder weniger Licht einnehmen oder binden, und daß dadurch ihr Wärmestoff reger gemacht wird, zeigen Versuche mit Streifchen Tuch von allerley Farbe, die auf Schnee gelegt werden. Sie sinken desto tiefer ein, je dunkler die Farbe ist, das schwarze am tiefsten; das weiße bleibt auf der Oberfläche. Die Erwärmung nimmt nach den Farben in folgender Ordnung zu: weiß, roth, gelb, grün, blau, purpur, schwarz.

583.

583. Es kann auch das Licht in die feinen Theilchen der Körper dringen, und von der innern Seite wie in dem Prisma (578.) zurückgeworfen werden. So entständen Farben, nachdem der Körper diese oder jene Art von Strahlen in seine oberflächlichen Theile einzulassen, aber nicht zu binden geschickt wäre. Wenn man ein gefärbtes ebenes Glas als einen Spiegel gebraucht, so erhält man von der Vorderfläche erstlich ein Bild mit den Farben des Gegenstandes, und von der Hinterfläche noch ein anderes, schwächeres, mit der Farbe des Glases. Die kleinsten Theile eines Körpers sind durchsichtig. Das Mikroskop zeigt dieses an Blattgolde und andern dünnen Metallblättchen, an Holzfasern und mehrern Körperchen. Eine Lichtflamme, durch Blattgold betrachtet, scheint grünlichblau. Die Auflösungen der Metalle in Scheidewasser sind durchsichtig.

584. Es wird also auf die Beschaffenheit und Lage dieser Theilchen ankommen, welche Strahlen sie durchlassen, und welche sie zurückwerfen. Die Dicke der Theilchen ist ein Hauptumstand. Die Seifenblasen spielen nach der Dicke des Wasserhäutchens bald diese, bald jene Farbe. Oben, wo es am dünnsten ist, wirft es so wenig Licht zurück, daß man einen schwarzen Fleck daselbst zu sehen glaubt. Dünne Blättchen russischen Glases sind mit Farbenringen geziert, die durch das Mikroskop noch schöner aussehen. Die Farben, welche sich oft an alten Fensterscheiben zeigen, entstehen von den dünnen Blättchen, worin die äußere Fläche des Glases durch die Wirkung der Luft gesplittert ist. Wenn man ein großes Convexglas auf die ebene Seite eines Planconvexglases legt, so zeigen sich so wohl beym Durchsehen als Daraufsehen farbige Ringe, dergleichen auch zwischen zwey ebenen

und polirten, auf einander gedrückten Glasplatten entstehen. Unter einem luftleeren Recipienten zeigen sich ebenfalls diese Farbenringe an den Gläsern. Sie entstehen also nicht so wohl von der zwischen den Gläsern befindlichen Luft, als durch die verschiedenen Brechungen und Zurückwerfungen des Lichts.

585. Die Luft, welche zunächst um uns, wegen ihrer Durchsichtigkeit, unsichtbar ist, wird in der Entfernung, bey heiterm Wetter, sichtbar durch die zurückgeworfenen Lichtstrahlen, die von den Lufttheilchen gedrängter ins Auge kommen. Diejenigen Gattungen von Strahlen, welche die Luft am meisten zurückwirft, sind die mehr brechbaren, weil die Farbe der Luft blau ist. Die von der Abendsonne erleuchteten Körper scheinen röthlich, weil die rothen und andere benachbarte Gattungen von Strahlen auf dem längern Wege durch die Luft weniger Verlust leiden als die blauen. — Als Halley an einem schönen sonnigen Tage in einer Taucherglocke sich sehr tief ins Meer hinunter gelassen hatte, fand er den obern Theil seiner Hand, worauf die Sonne durch das Wasser schien, rosenfarbig, und das Wasser unter sich, wie auch den untern Theil seiner Hand, grün gefärbt. Folglich wirft das Seewasser die violetten und blauen Strahlen am häufigsten zurück, und läßt die rothen in Menge durch. — So scheint die Tinctur des Griesholzes von durchgehendem Lichte gelbroth, von zurückgeworfenem grünlichblau oder dunkelblau. Sie wird aber durch den Zusatz einer Säure gelb, in jeder Lage gegen das Auge.

586. Die braune Farbe und ihre Abstufungen können durch Mischung der prismatischen Farben, welche das Sonnenlicht enthält, nicht hervorgebracht werden. Auch scheint Schwarz, so fern es

nicht

nicht Schatten, sondern Farbe eines Körpers oder Pigment ist, etwas mehr zu seyn als bloße Abwesenheit des Lichts, da schwarze polirte Körper vieles Licht zurückwerfen können, mehr vielleicht als manche matt- oder rauh-weiße. Sollte es nicht ein Mittel geben, durch welches Körper dem Auge schwarz oder braun erscheinen, so wie weiß oder farbig durch das Licht? Könnte dieses nicht der Wärmestoff seyn, der für sich allein einer äußerst sanften Bewegung fähig wäre, um bloß den Sehenerven, durch Zurückwerfung von einigen Körpern, empfindlich zu werden? Dieser der Erde angehörige Stoff verursachte nur ein paar dunkle Farben; da das Licht, der Abkömmling des Äthers, mit den reizenden, lebhaften Farben prangt, welche das Prisma entfaltet. In der Verbindung beider entständen die mit Schwarz oder Braun abgestufeten und vervielfältigten Farben.

587. Durch Vermischungen verschiedener Flüssigkeiten lassen sich manche Veränderungen der Farben hervorbringen, weil dadurch die Beschaffenheit der Theile und ihr Verhältniß gegen das Licht geändert wird. Blaue Pflanzensäfte werden von Säuren roth, von Alkalien grün gefärbt; Vitriolauflösungen geben mit den zusammenziehenden Decocten aus dem Pflanzenreiche eine schwarze Farbe, weil das Eisenoxyd frey wird (215, 322.); eine sehr wässerige grüne Auflösung von Kupfervitriol wird durch ein wenig Salmiakgeist schön blau; eine mit Wasser verdünnte Auflösung von Zinn in Königswasser wird durch einige Tropfen einer Goldauflösung schön purpurfarbig. Rothgelbe Salpetersäure wird durch allmählige Verdünnung mit Wasser zuerst grün, dann blau, zuletzt wasserhell. Bey solchen Vermischungen, wo eine chemische Verbindung vorgeht, ist die neue Farbe nicht eine derje-

nigen, die in dem prismatischen Sonnenbilde zwischen den Farben der gemischten Flüssigkeiten liegt. Z. B. wenn man einen verdünnten Veilchensyrup durch eine Säure roth, und einen andern solchen durch ein Alkali grün färbt, darauf beide zusammengießt, so wird die Mischung blau, nicht gelb.

588. Hierher gehören auch diejenigen sympathetischen Dinten, welche die Schrift sichtbar werden lassen, wenn man eine gewisse andere Flüssigkeit darüber streicht, oder sie der Ausdünstung derselben aussetzt. Z. B. man löset Silberglätte (weißliche Bleyglätte) in destillirtem Weineßig auf, ferner Operment (308.) in Kalkwasser; mit der letztern Auflösung überfährt man das Papier, worauf die unsichtbare Schrift mit der erstern gemacht ist, so wird sie sichtbar, zuerst gelb, dann schwarz. Der Dunst der zweyten Auflösung bewirkt durch ein ganzes Buch Papier denselben Erfolg. — Eine andere Art sympathetischer Dinten sind die, welche durchs Erwärmen sichtbar werden, und bey der Erkaltung verschwinden. Dergleichen ist die salzsaure Auflösung des Kobalts, die erwärmt ein schönes Grün zeigt. Eine Auflösung des Kobaltkalks in Weineßig mit Kochsalz giebt eine schöne blaue Dinte dieser Art *).

589. Das Licht hat vielen Einfluß auf die Färbung der Körper. Pflanzen, die im Dunkeln aufgezogen werden, bleiben weiß, so wie die bedeckten Theile derselben. Weingeist, der durch Blätter von Kirsch- oder Hohlunderbäumen grün gefärbt ist, behält seine Farbe im Dunkeln lange Zeit, verliert sie aber am Sonnenlichte in einer Zeit von 20 Minuten. — Die

*) Mehrere Arten und ihre Anwendungen zu Belustigungen in Wieglebs natürlicher Magie an verschiedenen Stellen.

Die oxydirte gelbe Salzsäure wird im Sonnenscheine wasserhell, mit Entwickelung von Sauerstoffgas, bleibt hingegen mit schwarzem Papier bedeckt unverändert. Die weiße Salpetersäure wird an der Sonne gelb, und behält im Schatten ihre Farbe. — Zinnober in Wasser aufgelöset, verliert seine Farbe in kurzer Zeit. Das versüßte Queckſilber und der ätzende Sublimat werden an der Sonne schwarz; Wismuth wird violett. Am schnellsten wirkt das Licht auf kochsalzsaures Silber (Hornsilber), welches dadurch braun, dann violett, zuletzt schwarz wird, aber nur oberflächlich; an einem finstern Orte bleibt es weiß. Bedeckt man die Oberfläche desselben in einem offenen Gefäße mit einer durchlöcherten Messingplatte, so verändern bloß die unbedeckten Theile ihre Farbe. — Die Veränderungen, welche Pigmente und gefärbte Zeuge durch das Sonnenlicht leiden, sind bekannt.

590. Es könnte hierbey das Licht sich chemisch mit den Körpern verbinden; doch mag es auch sehr wohl als Reizmittel wirken, indem es die Zusammensetzung der Theilchen und damit zugleich ihre Lage ändert, auch einen oder den andern Bestandtheil entzieht. Insbesondere wird das letztere oft mit dem Oxygen geschehen. Dieses hat auf die Färbung eines Körpers vielen Einfluß, wie man an den Wirkungen der Säuren sieht. Die schwächste Oxydation eines Metalls vermindert dessen metallischen Glanz, und färb. oft bunt; eine sehr starke giebt den Metallen gewöhnlich eine hellere Farbe, selbst weiße, da eine schwächere sie schwarz gefärbt hatte. Ein Veilchen oder eine Rose wird durch Schwefeldampf weiß. Dunkelrothes Blut wird durch die Aussetzung an Sauerstoffgas hochroth. Schwarzfarbige Zeuge erhalten erst durch längere Ausstellung an der Luft ihre vollkommene

Schwärze *). — Aus den Blättern der Pflanzen wird Oxygen durch das Licht entwickelt.

591. Die rothen, durch ein Prisma gesonderten, Strahlen erwärmen mehr als die grünen, und diese mehr als die violetten, welches sich an einem Thermometer zeigt, dessen Kugel in das gesonderte farbige Licht gehalten wird. Herschel hat dieses beobachtet; vor ihm aber schon Senebier, nur nicht so bestimmt. Merkwürdig ist, was Herschel zugleich fand, daß jenseits des Roths in dem prismatischen Sonnenbilde sich noch Erwärmung zeigt, an einer gewissen Stelle mehr als in dem rothen Lichte. Er schließt hieraus, daß es nicht sichtbare Sonnenstrahlen giebt, brechbar wie die sichtbaren. Man hat ihm widersprochen, doch sind seine Beobachtungen von einem andern Naturforscher bestätigt worden. Jener Ausdruck klingt paradox. Man möchte lieber dafür sagen, daß der Wärmestoff brechbar wie das Licht sey, so wie er auch sich zurückwerfen läßt. Er käme dadurch der Natur des Lichts näher, so wie schon oben (586.) vermuthet ist, daß er durch gewisse Vermittelung sichtbar werden könne **).

592. Die verschiedenen Gattungen von Strahlen äußern verschiedene chemische Wirkung. Scheele bemerkte, daß Hornsilber in dem violetten, durch ein Prisma gebrochnen, Lichte weit eher schwarz wird, als in den andern Farben. Senebier fand, daß

*) Man sehe Senebiers Abhandlungen über den Einfluß des Sonnenlichts auf alle drey Reiche der Natur, und auf das Pflanzenreich insbesondere, aus dem Franz. 4 Theile. Leipzig 1785. Die phlogistische Theorie des Verfassers ist verwirrend.

**) Gilberts Annalen VII. X. XII.

daß das violette Licht in 15 Sec. das Hornsilber so sehr färbte, als das rothe in 20 Minuten. Ritter in Jena hat entdeckt, daß das salzsaure Silber außerhalb des farbigen Sonnenbildes noch stärkere Veränderung leidet, als in dem violetten Lichte, und daß es in dem rothen Lichte vielmehr eine entgegengesetzte erfährt. In jenem verliere es Oxygen, in diesem gewinne es solches. Auch durch andere Körper, die das Oxygen leicht abgeben, hat er diese merkwürdige Beobachtung bestätigt gefunden *).

Messung der Stärke des Lichts, (Photometrie).

593. Hierüber haben in den neuern Zeiten Lambert und Bouguer sehr sinnreiche Versuche und Berechnungen angestellt, womit hinführo die gelehrteren physikalischen Lehrbücher zu bereichern sind. Hier würde es zu schwer und weitläuftig seyn, nur die Resultate anzuführen. In der von mir übersetzten Geschichte der Optik des Hrn. Priestley findet man eine umständliche Nachricht, S. 293 — 327.

Herschel hat mit dem von Bouguer angegebenen Photometer mancherley Versuche über die Menge von Lichtstrahlen angestellt, die bey dem Durchgange des Lichts durch durchsichtige und durchscheinende Körper aufgehalten werden. Man sehe Gilberts Annalen der Physik, XII. 532 ff.

Ein Photometer, das die Menge des verschluckten Lichts vermittelst der dabey hervorgebrachten Wärme anzeigt, hat Leslie in London angegeben. Eben das. V. 254.

Die

*) Gilberts Annalen XII. 409.

Die optischen Instrumente.

594. Das älteste und noch jetzt brauchbare Fernrohr, das Galileische oder Holländische, besteht aus einem convexen Objectivglase (dem nach dem Gegenstande zugekehrten), und einem concaven Ocular- oder Augenglase. Der Gegenstand (Fig. 70.) sey Pp, der aber weit entlegen ist, wie bey jedem Fernrohre, daß man die von demselben Puncte auf das Glas fallenden Strahlen für parallel zu halten hat. Ein Strahl PE von dem Puncte P in der Axe des Fernrohrs, (der Linie durch die Mitte der Gläser) wird durch das Objectiv AA nach dem Brennpuncte Q hin geleitet, von dem Ocular BB aufgefangen, und nach FG parallel mit der Axe gebrochen, wenn der Brennpunct von BB in Q fällt, (573.), wie es für weitsichtige Augen seyn muß. Der Strahl pH, der von dem Endpuncte p durch die Mitte H des Objectivs fährt, geht so gut wie ungebrochen durch, nach dem Bilde q des Punctes p, und wird von dem Ocular nach IK, parallel mit Lq gebrochen. Mit diesem Strahle IK werden die übrigen zu p gehörigen parallel.

595. Der Gegenstand erscheint durch dieses Fernrohr aufrecht, weil IK von einem Puncte über der Axe herzukommen scheint. Der Winkel, den IK mit der Axe macht, ist dem QLq gleich, also erscheint der Gegenstand, der dem bloßen Auge unter dem Winkel PHp oder QHq sich darstellt, durch das Fernrohr unter dem Winkel QLq, der größer ist als jener, so vielmahl als die Brennweite des Objectivs HQ die des Oculars LQ enthält.

596. Die Vergrößerung wird also durch das Verhältniß der Brennweiten beider Gläser ausgedruckt.

druckt. Zugleich aber wird die Empfindung deutlicher, indem wegen der Vergrößerung jeder Punct des Gegenstandes in einer größern Entfernung von dem andern abgebildet wird, daher die Rührung eines Punctes der Nervenhaut sich mit den andern weniger vermischt. Die Lichtmenge mit bloßem Auge und durch die Gläser verhält sich wie die Fläche der Augenöffnung zu der Fläche des Objectivs, so viel davon dem Auge Licht zusendet, das ist wie das Quadrat der Brennweite des Oculars zu dem Quadrat der Brennweite des Objectivs, den Verlust bey dem Durchgange durch die Gläser nicht gerechnet. In eben dem Verhältnisse wird das Bild des Gegenstandes durch das Fernrohr im Auge der Fläche nach größer; also wird die Erleuchtung des Bildes durch die größere Ausbreitung des Lichtes auf der Netzhaut nicht geschwächt. Die Nerven werden aber viel stärker als mit bloßem Auge gerührt, weil die Strahlen, die von jedem Puncte des Gegenstandes auf das Objectiv fallen, durch die Brechung verdichtet und näher zusammengebracht werden, in eben dem Verhältnisse, in welchem das Bild vermittelst des Fernrohrs der Fläche nach größer wird.

597. Man kann durch dieses Fernrohr nur wenig auf einmahl übersehen, und muß dazu noch das Auge hart an das Ocular halten. Auch gebraucht man es gewöhnlich nur zu Taschenperspectiven.

598. Die Astronomen bedienen sich des Sternrohrs (Fig. 71.), welches aus dem convexen Objectiv AA und dem convexen Ocular BB besteht. Der Gegenstand sey Pp. Ein Strahl PE von dem in der Axe des Fernrohrs befindlichen Puncte P wird nach dem Brennpuncte des Objectivs Q, und durch das Ocular, dessen Brennpunct auch in Q fällt, nach FG par-

parallel mit der Axe HLO gebrochen. Von dem Endpuncte p geht der Strahl pH durch die Mitte des Objectivs H gerade nach dem Bilde desselben q zu, und wird von dem Ocular nach IO, parallel mit qL, gebrochen. In O ist der Ort des Auges, welches den Gegenstand verkehrt erblickt, weil IO von einem Puncte unter der Axe herzukommen scheint. Der Winkel LOI, unter welchem der Gegenstand erscheint, ist dem QLq gleich, und größer als PHp, der Gesichtswinkel mit bloßem Auge, so vielmahl HQ größer ist als LQ. Die Vergrößerung wird daher aus dem Verhältnisse der Brennweite des Objectivs zu derselben des Oculars bestimmt. Wenn der Strahlencylinder bey O die ganze Augenöffnung ausfüllt, so wird, wie bey dem erstern Fernrohre, die Erleuchtung des Bildes durch die Ausbreitung des Lichts nicht geschwächt, als nur durch den Verlust bey dem Durchgange durch die Gläser. Meistens ist die Augenöffnung weiter als der Strahlencylinder.

599. Das gewöhnliche Erdrohr (Fig. 72.) hat drey Oculare, wodurch der Gegenstand aufrecht erscheint. Die Strahlen, welche wie PE von dem Puncte P des entlegenen Gegenstandes Pp in der Axe des Fernrohrs auf das Objectiv AA fallen, werden durch dasselbe nach dem Brennpuncte Q, durch das zweyte Glas BB parallel mit der Axe, durch das dritte CC nach dem gemeinschaftlichen Brennpuncte R der Gläser CC, DD, und durch das letztere parallel mit der Axe, nach FG, gebrochen. Der von dem Endpuncte p durch die Mitte des Objectivs H fahrende Strahl pH geht nach dem Puncte q des Bildes Qq, wird durch das Glas BB gegen die Axe geneigt parallel mit qI, und trifft das Glas CC oberhalb der Axe, worauf er durch dasselbe nach r, in dem zweyten

Bil-

Bilde R r des Objects, und von dem Glase D D nach L O parallel mit r K gebrochen wird. Der Ort des Auges ist in O. Es sieht den Punct p nach der Richtung des Strahls L O, also den Gegenstand aufrecht und vergrößert. Man kann dem Erdfernrohre auch 4 oder 5 Oculare, auf mehr als eine Art, geben, um das Gesichtsfeld (den Campus) zu erweitern, zu eben der Absicht auch dem astronomischen zwey oder drey Oculare. — Je mehrere Gläser, desto mehr Verlust an Licht.

600. Kurzsichtige nähern in jedem dieser Fernröhre das Ocular dem Objective.

601. Alle einfachen Objective haben den Fehler, daß sie erstlich die von demselben Puncte ausfließenden Strahlen, auch die gleichartigen, wegen der Kugelgestalt, nicht in einen Punct genau vereinigen, und zweytens jede Gattung von Strahlen ein besonderes Bild machen lassen. Das Bild, welches die rothen Strahlen hervorbringen, ist beträchtlich weiter von dem Glase entfernt, als dasjenige, welches von den violetten entsteht. Das Glas ist mit seinen brechenden Flächen für jeden Strahl wie ein Prisma anzusehen.

602. Der zweyte Fehler wird bey den Spiegelteleskopen vermieden, in welchen ein metallener Hohlspiegel die Stelle des Objectivs vertritt. Der Spiegel sondert die Farben nicht von einander. Er befindet sich hinten auf dem Boden der, nach dem Gegenstande hin, offenen Röhre. In einer Art dieser Spiegelfernröhre, dem Gregorischen, ist vorn in der Röhre ein kleiner Hohlspiegel befestigt, welcher die von dem großen Spiegel zurückgeworfenen Strahlen auffängt, und sie den Oculargläsern zusendet, die

in

in einer Röhre hinter dem großen Spiegel stecken, welcher zu dem Ende durchbohrt ist. Der Gegenstand erscheint dadurch aufrecht, daher diese Art besonders bey Gegenständen auf der Erde brauchbar ist. Ein solches Fernrohr kann viel kürzer seyn, zwölf, ja mehr mahl als ein dioptrisches von gleicher Güte. Aber es gewährt weniger Helligkeit als dieses, und der Spiegel läuft von den Dünsten in der Luft leicht an. Wenn die Spiegel von Platina (367.) leichter zu erhalten wären, so würden die Spiegelfernröhre viel vollkommener werden können.

603. Eine andere Art ist das Newtonische Spiegelfernrohr, vorn mit einem kleinen Planspiegel, welcher die von dem großen Spiegel erhaltenen Strahlen nach einem zur Seite befindlichen Augenglase hinwirft. Diese Art hat zu unserer Zeit Hr. Herschel, ein Deutscher in England, in einer Vollkommenheit und von einer Größe verfertigt, welche man für unmöglich hätte halten sollen. Das größte, welches vor ihm zu Stande gebracht war, hatte einen Spiegel von 12 Fuß Brennweite und $21\frac{1}{2}$ Zoll Öffnung; es vergrößerte 1200 mahl. Herschel verfertigte nicht allein ein Spiegelfernrohr von 20 Fuß Brennweite und $18\frac{1}{2}$ Zoll Breite des großen Spiegels, sondern er ist sogar mit einem Fernrohre zu Stande gekommen, wovon die Röhre 40 Fuß lang ist, mit einer Öffnung von 4 Fuß 10 Zoll. Der große Spiegel hat 48 Zoll im Durchmesser, ohne den Absatz am Rande, bey einer Dicke von $3\frac{1}{2}$ Zoll; und wog unpolirt 2118 Pfund. Mit diesem hat er gleich zwey bis dahin noch unbekannte Trabanten des Saturns entdeckt. Das riesenmäßige Fernrohr kann von einer Person bewegt werden. Der Mechanismus auch an den kleinern Herschelschen Fernröh-

röhren von 7 oder 10 Fuß ist so künstlich als das Werkzeug selbst *).

In Deutschland hat ein glücklicher Nacheiferer Herschels, der Oberamtmann Schröter zu Lilienthal, in Verbindung mit dem nun nach Petersburg berufenen Hrn. Schrader, ein vortreffliches Spiegelteleskop von 27 F. Brennweite, mit einem Spiegel von 20 Zoll im Durchmesser, und noch einem von 19 Zoll zu Stande gebracht. Die Beschreibung des Mechanismus zur Regierung dieses Instruments befindet sich in einem Anhange zu den aphroditographischen Fragmenten von Schröter. Helmstedt 1796.

604. Ehe diese unerwartete Vollkommenheit den Spiegelfernröhren gegeben ward, hatte man schon auch an den dioptrischen oder Glasfernröhren eine sehr wichtige Verbesserung gemacht. Vor etwa 50 Jahren fing man an, die Objective aus zwey oder drey Linsen von verschiedenen Arten Glases zusammen zu setzen, welche man, wegen ihrer Eigenschaft, keine Farben von einander zu sondern, achromatische nennt. Fernröhre mit einem solchen Objective heißen achromatische, oder Dollondische, von ihrem Erfinder Dollond, einem englischen Künstler.

605. Man hat nämlich gefunden, daß verschiedene Gattungen Glases eine verschiedene Kraft der Farbenzerstreuung besitzen. Besonders sind in dieser Absicht zwey englische Glasarten berühmt geworden, das Kronglas und das Flintglas. Das letztere bricht die mittlern Strahlen nur wenig stärker als das erstere, zerstreut aber die äußern Strahlen, die rothen

*) Beschreibung dieses Teleskops aus dem Engl. von Geißler. Leipzig 1799.

then und violetten viel stärker, so daß die Längen der prismatischen Sonnenbilder, bey einerley Umständen, durch beide Glasarten sich verhalten wie 2 zu 3 oder genauer wie 5 : 8. Aus zwey Prismen von diesen Glasarten kann man ein einziges zusammensetzen, das keine Farben von einander sondert. Die brechenden Winkel, wie A (Fig. 68.), bekommen eine entgegengesetzte Lage.

606. Darum setzt man ein Objectiv aus einer convexen Linse von Kronglase und einem concaven von Flintglase hinter jenem zusammen, so hebt die Zerstreuung der Farben durch das letztere die durch das erste verursachte. Auch setzt man ein Concavglas von Flint zwischen zwey convexe von Kronglase. Diese Objective vertragen eine weit stärkere Vergrößerung als ein einfaches, und daher ist ein achromatisches Fernrohr viel kürzer als ein gemeines von gleicher Güte. In Absicht auf die Verkürzung des Rohrs stehen sie zwar bis jetzt noch den Spiegelteleskopen nach, haben aber wegen der vorher erwähnten Umstände noch vielleicht den Vorzug, wenigstens vor denen von geringer Größe.

607. Das einfache Mikroskop, welches schon (568.) beschrieben ist, pflegt mit einem Erleuchtungsglase verbunden zu werden, wodurch aber das Object nur auf der abgewandten Seite erleuchtet wird. Oder man setzt es in einen kleinen metallenen Hohlspiegel, so werden die Lichtstrahlen von diesem auf das Object geworfen, und dieses wird dadurch von vorne erleuchtet.

608. Starke Vergrößerungen zu erhalten, müßte man das Object sehr nahe an das sehr kleine Glas bringen. Den Unbequemlichkeiten hierbey aus-

auszuweichen, hat man die zusammengesetzten Mikroskope erfunden, deren einfachste Einrichtung folgende ist:

Hier ist A eine Linse von kurzer Brennweite (z. E. $\frac{1}{10}$ Zoll), vor welcher nahe bey ihrem Brennpuncte das kleine Object E sich befindet, dessen Bild in F verkehrt entworfen wird. Dieses wird durch ein convexes Ocular B, dessen Brennpunct F, betrachtet, wie in dem astronomischen Fernrohre. Man nimmt auch zwey, ja drey Oculare, um die Strahlen allmählig zu brechen, und dadurch die Abweichungen derselben zu mindern.

609. Das Sonnenmikroskop besteht aus einer convexen Glaslinse von kurzer Brennweite, einem Erleuchtungsglase, und einem beweglichen ebenen Spiegel, welches zusammen in dem Laden eines verfinsterten Zimmers befestigt wird. Die Sonnenstrahlen werden von dem Spiegel auf das Erleuchtungsglas, und ferner auf das nahe vor dem Brennpuncte des mikroskopischen Glases befindliche Object geleitet. Das Bild desselben wirft sich in einer beträchtlichen Entfernung an einer Wand, oder beweglichen weißen Tafel, sehr vergrößert ab.

Das Auge.

610. Das künstlichste optische Werkzeug ist das Auge, dessen in der Naturgeschichte des Menschen gegebene Beschreibung die 73. Figur in der natürlichen Größe und Lage der Theile erläutert. Der Umfang ABCD stellt an dem rechten Auge die äußere

Fläche der harten Haut (sclerotica) und der mehr erhabenen Hornhaut (cornea) aAa vor, der zweyte größere Bogen die innere Fläche der harten Haut, und der kleinere diejenige der Hornhaut. An dem Winkel beider ist die Farbenhaut oder Regenbogenhaut (Iris) ausgespannt, deren Öffnung E der Stern oder die Pupille ist. Der dritte Kreis bezeichnet die Gefäßhaut (chorioidea), welche vorn im Auge von der harten Haut sich ab- und hineinwärts wendet, wo sie sich über den Rand der Kryſtallinſe FF als ein faltiger Ring, in Gestalt des Umfangs einer zungenförmigen Blume, frey auflegt, und einen Theil derselben bedeckt. Diesen Ring oder Saum der Gefäßhaut nennt man corpus ciliare, und die aus einer Menge der feinsten Äderchen bestehenden Falten, processus ciliares. Sie hängen mit dem äußern Umfange der Iris durch ein häutiges Bändchen und einige Gefäße zusammen. Der innerste Kreis stellt die Netz- oder Nervenhaut (retina) vor, welche sich nahe bey der Linse endigt. In den beiden Kammern, auf jeder Seite der Farbenhaut ist die wässerichte Feuchtigkeit, in dem größern Abschnitte, hinter der Linse, die glasartige enthalten. Die letztere ist in einem Häutchen eingeschlossen, von welcher vorn ein Fortsatz als ein Gürtel in die Kapsel der Kryſtallinſe an dem Rande der Vorderseite tritt, und die Linse in ihrer Stelle erhält.

611. Vor dem Auge sey der Gegenstand PQR. Die Strahlen, welche von jedem Puncte desselben auf das Auge fallen, werden zuerst von der wässerichten Feuchtigkeit, dann von der Kryſtallinſe, und drittens von der glasartigen Feuchtigkeit gebrochen, daß sie sich in einem Puncte auf der Nervenhaut vereinigen, und daselbst die Empfindung des leuchtenden Punctes er-

erregen, welche darauf durch den Sehenerven K, der bey K in das Auge tritt, in dem Gehirne zur innern Empfindung wird. Das Bild q p r im Auge ist umgekehrt, wie durch ein Linsenglas. Die Kunst in dem Bau des Auges ist unbeschreiblich, so wohl in physiologischer als optischer Betrachtung. Wir können durch mühsame Rechnungen und Versuche nur einigermaßen die Abweichungen von der Gestalt und der Farbenzerstreuung unserer Gläser heben. Hier sind drey brechende Materien so vortrefflich, so wohl in Absicht ihrer Brechungskraft als Figur, zusammen geordnet, daß in einem gesunden Auge die Gegenstände, unter den nöthigen Bedingungen, sich auf das deutlichste abbilden, obgleich die brechenden Flächen eine starke Krümmung und verhältnißmäßig große Öffnungen haben. In unsern optischen Werkzeugen müssen wir jene vermeiden, und diese sehr einschränken. Es ist inzwischen nicht erforderlich, daß die Lichtstrahlen, welche von einem Puncte kommen, genau in einem Puncte vereinigt werden, da der Eindruck, welchen sie auf den Nerven machen, nicht auf einen mathematischen Punct beschränkt werden kann. Der Bau der Krystalllinse ist sehr merkwürdig. Sie ist in dem Innern dichter als nach der Oberfläche hin. Dadurch wird die Abweichung der Strahlen, die neben dem Rande durchgehen, von den durch die Mitte gehenden, gehoben. (In unsern Glaslinsen werden jene näher nach dem Glase hin gebrochen, als diese.) Die Zusammensetzung derselben aus Fibern macht sie einem Muskel ähnlich, so daß sie wahrscheinlich der Willkühr in Ansehung der Veränderung ihrer Gestalt unterworfen ist, durch irgend einen (galvanischen?) Reiz, der von der Netzhaut mittelst des faltigen Ringes auf sie wirkt. Dadurch kann sich das Auge nach den verschiedenen Entfernungen der Gegenstände zum deutli-

chen Sehen einrichten. Dieſes ſchließt inzwiſchen andere mitwirkende Urſachen nicht aus, als eine zuſtimmende Veränderung in der Wölbung der Hornhaut, die vielmehr nöthig wird, da die Linſe von zwey Feuchtigkeiten eingeſchloſſen iſt. Zu dieſen Einrichtungen kommt noch, daß in der Regenbogenhaut eine Blendung oder Bedeckung von veränderlicher Weite angebracht iſt, um die Erleuchtung des Bildes zu verſtärken oder zu mindern; eine von ſelbſt nach dem Bedürfniß erfolgende Veränderung.

612. Wir ſehen einen Gegenſtand undeutlich, wenn die Vereinigungspuncte der gebrochenen Strahlen entweder dieſſeits oder jenſeits der Nervenhaut fallen. Das erſte iſt der Fehler der kurzſichtigen Augen, das zweyte der weitſichtigen. Alsdann vermiſchen ſich Strahlen, die zu verſchiedenen Puncten des Gegenſtandes gehören, auf einem Puncte der Nervenhaut, und die Empfindung wird undeutlich.

613. Wenn der Sehewinkel QER zwar groß genug iſt, aber das Object wenig Licht in das Auge ſendet, ſo iſt die Vorſtellung auch undeutlich, weil die Rührung der verſchiedenen Puncte auf der Nervenhaut ſich nicht genugſam unterſcheidet. Das Bild auf der Nervenhaut wird matt und unbeſtimmt.

614. Iſt der Sehewinkel zu klein, ſo fallen die gerührten Puncte auf der Nervenhaut zu nahe an einander, und die Vorſtellung wird undeutlich. Denn die Puncte des Gegenſtandes und der Nervenhaut, wovon hier die Rede iſt, ſind keine mathematiſche, ſondern phyſiſche von einer gewiſſen Ausdehnung.

615. Durch die Ausbreitung der Zitterung jedes gerührten Punctes der Nervenhaut erſcheinen hel-

helle Körper auf einem dunkeln, und dunkle Körper auf einem hellen Grunde, jene größer und diese kleiner, als sie wirklich erscheinen sollten; auch werden farbige Körper auf einem weißen Grunde, lange und scharf angesehen, mit scheinbaren Farben umgeben, Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Blau mit Roth, Grün mit Violett, Schwarz mit Hochweiß und Weiß mit Hochschwarz.

616. Die Rührung eines empfindlichen Punctes auf der Nervenhaut dauert noch eine kleine Zeit fort, obgleich die Ursache aufgehört hat. Eine glühende Kohle in die Runde geschwungen verursacht den Anschein eines leuchtenden Kreises.

617. Unter den Gesichtsbetrügen erwähne ich hier nur des einzigen, welcher die meiste Schwierigkeit gemacht hat, nämlich daß Sonne und Mond, wenn sie dem Horizonte nahe sind, größer scheinen, als wenn sie hoch am Himmel stehen. Wir mögen überhaupt entfernte Dinge nach der Horizontallinie größer schätzen, als sie uns nach dem bloßen Gesichtswinkel scheinen müßten. Unser Urtheil von der Größe der Gegenstände richtet sich nicht durchaus nach dem Sehewinkel. Ein entferntes Haus oder dergleichen bekannte Dinge werden durch unsere Bekanntschaft mit denselben der sinnlichen Größe, welche sie in einer mäßigen Entfernung haben, genähert. Daher gewöhnen wir uns, alle andere, auch weniger bekannte, Dinge, die wir neben bekannten Gegenständen erblicken, für größer zu halten, als wir sie nach dem Bilde, das sich von ihnen im Auge entwirft, schätzen müßten.

Der Regenbogen.

618. Die schöne und angenehme Erscheinung des Regenbogens erhält ihre Erklärung aus der

Brechung des Lichts in einem Prisma. Die Regentropfen spalten die auffallenden Sonnenstrahlen auf eine ähnliche Art, wie es jenes bewirkt. — Es stelle ABC (Fig. 75.) einen vergrößerten Regentropfen vor, auf welchen bey A ein Sonnenstrahl SA fällt. Wir wollen hier nur die äußersten Strahlen betrachten, in welche er durch die Brechung gesondert wird. Das rothe in SA enthaltene Licht wird in dem Tropfen nach AB gebrochen, in B nach BC zurückgeworfen, und in C bey dem Ausgange in die Luft nach CD gebrochen. Das violette Licht wird in A stärker gebrochen, nämlich nach AE, in E nach EF zurückgeworfen, und in F nach FG gebrochen. Der Einfallswinkel bey E gegen die innere Fläche des Tropfens ist größer als der bey B, daher auch der Zurückstrahlungswinkel. Der violette Strahl EF ist daher gegen den Horizont GH des Zuschauers mehr geneigt als der rothe BC, und wird es wegen seiner größern Brechbarkeit bey dem Ausgange in die Luft noch stärker. Daher ist der Winkel G des violetten Strahls mit der horizontalen GH merklich kleiner als der Winkel D des rothen mit derselben Linie, wiewohl nicht so sehr als in der Zeichnung. Darum erscheint der Regenbogen (der innere, wenn zwey sich zeigen) unten oder an dem innern Rande violett, oben oder an dem äußern Rande roth, dazwischen die Farben in der Ordnung wie an dem prismatischen Sonnenbilde (575.), so wie sie mit einem größern oder geringern Grade der Brechbarkeit verknüpft sind. Es muß ferner, welches wohl zu merken ist, wenn das Auge die Empfindung einer Farbe erhalten soll, das Licht von dieser Farbe durch parallele Strahlen ins Auge kommen, sonst ist es zu schwach, und wird mit dem Lichte, das man von demselben

Trop-

Tropfen oder von den nächst liegenden durch Strahlen von anderer Farbe, oder durch die Zurückstrahlung erhält, vermischt, also weißlich. Darum ist, bey einem bestimmten Stande der Sonne, nur eine gewisse Lage des Tropfens gegen die Sonne und das Auge, in welcher er paralleles Licht von einer gewissen Farbe ins Auge schickt, welche die Theorie der Erfahrung gemäß berechnet. Diese Stellen liegen auf der Oberfläche eines Kegels, in dessen Spitze das Auge ist. Die Einfallspuncte, wie A an dem Tropfen, haben für jede Farbe auch ihre bestimmte Stelle. Die Tropfen sind allemahl der Sonne entgegengesetzt, und müssen vor einer dunkeln Wolke liegen, damit die Farben lebhaft erscheinen.

619. An dem obern Regenbogen zeigen sich die Farben in umgekehrter Ordnung und schwächer. Es stelle der Kreis ABCD (Fig. 76.) einen Regentropfen vor, auf welchen der Strahl SA von der Sonne her falle. Durch die Brechung wird derselbe gespalten. Das rothe Licht wird nach AB gebrochen, von B nach BC, und von C nach CD zurückgeworfen, und fährt in D nach DE heraus. Das violette Licht aber nimmt den Weg AFGHI. Der Winkel E des rothen Strahls mit der horizontalen EK ist hier größer als der Winkel I des violetten mit derselben. Daher ist hier die Ordnung der Farben umgekehrt. Wegen der zweymahligen Zurückwerfung sind die Farben schwächer. Denn bey jeder Zurückwerfung geht auch Licht durch, in die Luft hinaus. Übrigens müssen auch hier die Strahlen, welche einen Tropfen gefärbt darstellen sollen, parallel seyn, und daher ist eine gewisse Lage des Tropfens gegen die Sonne und das Auge nothwendig, weswegen auch der äußere Regenbogen allemahl in derselben Entfernung von dem innern erscheint.

Achter Abschnitt.

Der Schall.

620. Auf die Betrachtung des Lichtes, wodurch Körper uns sichtbar werden, folge die Betrachtung des Schalles, wodurch sie sich dem Gehöre empfindbar machen. Diese gehört mit zu den feinsten Untersuchungen der mathematischen Physik, als ein wichtiges Stück der Lehre von der Bewegung. Sie erfordert auch Fertigkeit in der Zusammensetzung der Verhältnisse, und die Hülfe der Physiologie.

621. Unter Schall verstehen wir bald eine durch den Sinn des Gehörs in uns erweckte Empfindung, bald eine gewisse in den Körpern hervorgebrachte schwingende oder bebende Bewegung, welche durch die Luft oder andere Körper fortgepflanzt wird, bald die schwingende Bewegung der Luft selbst, die auf irgend eine Art, z. B. durch einen Peitschenschlag, durch das Losbrennen eines Gewehrs, verursacht wird. Von der Empfindung des Schalles ist in dem ersten Theile dieses Werkes gehandelt, wo auch die Beschreibung des Ohrs, als des Werkzeugs dieser Empfindung, gegeben ist.

622. Wir unterscheiden Klang und Ton von dem bloßen Schalle. Eine schnelle Bewegung eines Körpers durch die hinter ihm zusammenfahrende Luft, eine plötzliche Ausdehnung eines Theils derselben, der

Stoß

Stoß des Windes auf Körper, oder eines Körpers gegen einen andern, erregen einen bloßen Schall, deſſen Modificationen durch verſchiedene Wörter bezeichnet werden.

623. Eine Saite, Glocke, Flöte, Orgelpfeife geben einen Klang oder Ton. Ein Klang entſteht, wenn ein elaſtiſcher Körper gleichartige und hörbare Schwingungen macht. Die Gleichartigkeit bezieht ſich ſowohl auf die Gleichheit der Zeiträume, in welchen die Schwingungen geſchehen, als auch auf die Geſtaltsveränderungen des elaſtiſchen Körpers. Die Gleichartigkeit der Schwingungen iſt die einzige weſentliche Eigenſchaft, durch welche ſich ein Klang von jedem andern Geräuſche unterſcheidet. — Ein Klang iſt mit einem andern in Abſicht auf Höhe und Tiefe, das iſt, die größere oder geringere Geſchwindigkeit der Schwingungen, vergleichbar. In dieſer Rückſicht heißt er ein Ton, oder Ton iſt ein Klang, ſo fern er eine gewiſſe Höhe oder Tiefe hat. Ein Klang iſt eine bloße Empfindung, ein Ton ſetzt ein vergleichendes Weſen voraus.

624. Der Schall in Abſicht auf den Körper ſelbſt, welcher ihn hören läßt, beſteht in einer ſchwingenden Bewegung, wozu daher ein gewiſſer Grad von Elaſticität gehört. Bey geringer Elaſticität iſt der Schall ſchwach, wie an manchen Metallen; ſo auch, wenn der anſchlagende Körper wenig elaſtiſch iſt, ſo ſehr es auch der andere ſeyn mag. Eine Glocke tönt nur ſchwach, wenn ſie mit einem hölzernen, wenn gleich ſchweren, Hammer geſchlagen wird. An geſpannten Saiten, Glocken, metallenen Scheiben, Gläſern u. dergl. kann man die Schwingungen entweder unmittelbar ſehen, oder ſie durch leichte Körperchen, etwas aufgeſtreuten Sand, merklich machen. Wird

ein

ein Glas zum Theil mit Wasser gefüllt, und an einer Stelle des Randes mit einem Violinbogen gestrichen, so wird das Wasser von vier, ins Kreuz entgegengesetzten, Theilen des Gefäßes nach dem Mittelpuncte hin zittern. Der Schall eines klingenden Körpers hört augenblicklich auf, wenn man durch Berührung mit dem Finger, oder einem andern weichen Körper, die schwingende Bewegung störet. Eine Glocke klingt nicht, wenn sie mit der Hand angegriffen wird.

625. Die schallenden Bewegungen eines Körpers sind entweder einfache Schwingungen des ganzen Körpers, z. B. einer Saite, oder eines an einem Ende befestigten Blechstreifens, nach Art eines Pendels; oder es sind Partialschwingungen einzelner Theile, mit Ruhepuncten oder Schwingungsknoten, zwischen welchen auf beiden Seiten die Theile nach entgegengesetzten Richtungen sich schwingen oder oscilliren. Nicht aber ist mit dem Schalle ein Zittern der einzelnen kleinsten Theile verbunden. Die lehrreichen Versuche des Hrn. Chladni in Wittenberg *) zeigen ganz deutlich, daß an einem klingenden Körper, z. B. einer Glasscheibe, mehrere Linien auf der Oberfläche unbeweglich bleiben, und die Theile des Körpers sich um diese schwingen. Die Scheibe wird mit etwas feinem Sande bestreut, zwischen zwey Fingern gehalten, oder an dem Rande angefaßt, oder zugleich gegen etwas gestemmt, kurz auf mancherley Art unterstützt, darauf mit einem Violinbogen an einer Stelle des Randes gestrichen. Nun wird der Sand von den schwingenden Theilen abgeworfen, und sammelt sich auf den Schwingungslinien an,

*) Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipzig 1787. 4., und ausführlicher in dem wichtigen Werke: Die Akustik, Leipzig 1802. 4.

an, welche gewöhnlich regelmäßige Figuren bilden, und den Klang gleichsam sichtbar machen.

626. Aus den Partialschwingungen wird sich manches erklären lassen. Z. B. wenn man die elastischen Schenkel einer Zange zusammendrückt und schnell fahren läßt, so oscilliren sie, ohne zu klingen; hängt man aber die Zange über einen Finger, und schlägt mit einem Stück Eisen daran, so giebt sie einen hellen und reinen Ton. Die Schwingungen der ganzen Schenkel sind nämlich zu langsam, um einen hörbaren Ton zu geben; aber das Anschlagen bringt Partialschwingungen hervor, wobey die Länge der schwingenden Theile geringer, die Schwingung also schneller, und der Klang hörbar ist. So auch in andern Fällen. — Die einfachen oder am wenigsten vielfachen Schwingungen geben den Grundton; die vielfachen geben andere Töne, die ein Körper hören lassen kann, es sey neben dem Grundtone oder für sich allein. Ein Ton ist rein, wenn man nur einen Ton, oder keine andere daneben als harmonische Töne hört; unrein, wenn die zugleich gehörten Töne mißstimmen. Das Mitklingen mehrerer Töne ist durch die Partialschwingungen in Verbindung mit den Hauptschwingungen möglich; aber es ist nichts wesentliches eines Tones.

627. Die Luft pflanzt die schwingende Bewegung eines tönenden Körpers fort, daß sie von uns empfunden werden kann. Der Schall einer Glocke unter dem Recipienten einer Luftpumpe wird allmählig schwächer, so wie die Luft ausgeleert wird, und stärker, wenn die Luft verdichtet wird. Der Schall einer Trommel setzt stillstehendes Wasser in eine kräuselnde Bewegung. Die Stäubchen in einem Sonnenstrahle tanzen den Schwingungen gerührter Saiten gleichförmig. Eine Saite ertönt durch die Erschütterung

rung der Luft, wenn eine andere mit ihr harmonisch gestimmte erklingt.

628. Es sey in A (Fig. 74.) der tönende Körper. Die Schwingungen desselben stoßen die nächsten Lufttheilchen fort, diese die folgenden und so ferner, bis sich die Luft in B rings um A möglichst verdichtet hat, daß sie sich wieder ausdehnt, so wohl zurück nach A, als vorwärts nach C, wo sie sich wieder in die Runde um A auf eine ähnliche Art wie in B verdichtet und sich wieder ausdehnt, daß nun die Bewegung sich nach D hin erstreckt, wo die Luft wieder am dichtesten ist, u. s. f. Die Erschütterung der Luft beym Schalle ist demnach nicht eine fortschreitende Bewegung, wie die des Windes, sondern eine schwingende, wie eines Pendels, mit einer abwechselnden Verdichtung (in B, C, D) und Verdünnerung (in b, c, d). Ein bloßer Schall ist eine einzelne oder unordentlich wiederholte Bewegung dieser Art; ein Klang oder Ton ist eine gleichzeitig fortgesetzte Schwingung der Lufttheilchen.

629. Der Unterschied der Töne hängt von der Menge der Schwingungen in einer bestimmten Zeit ab; die Stärke eines Tons theils von der Größe der Schwingungen, oder von dem Raume, den die Lufttheilchen beym Hin- und Hergange beschreiben, theils von der Menge der Lufttheilchen, die das Ohr erhält. Je weiter von dem schallenden Körper, desto schwächer der Schall, und wahrscheinlich in einem größern Verhältnisse, als in welchem die Entfernungen zunehmen. Auf die Größe des schallenden Körpers und die Richtung des Schalles kommt es auch an, etwas auch auf die Dichtigkeit der Luft, und die Richtung des Windes.

630.

630. Die schwingende Bewegung der Luftwellen ist durch den ganzen Raum, in welchem sich die Erschütterung verbreitet, gleichzeitig. Jede gleichzeitige Schwingung des Körpers erneuert die der Lufttheilchen, und wenn jene aufhört, so hört auch diese auf.

631. Die Schwingungen der Luft pflanzen sich schnell fort. Die besten Versuche darüber hat man in Frankreich angestellt, mit 24pfündigen Kanonen, in einer Entfernung von etwa 6 deutschen Meilen, wodurch man gefunden hat, daß der Schall in einer Secunde 1042 Pariser Fuß (1078 Rheinl.) durchläuft.

632. Die Fortpflanzung des Schalles geschieht gleichförmig, und mit gleicher Geschwindigkeit, er mag schwach oder stark seyn. Die Ungleichheit des Bodens, die Witterung, die Tageszeit haben keinen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Schalles. Bey verschiedener Dichtigkeit und Elasticität entsteht ein Unterschied. In warmer Luft geht der Schall etwas geschwinder als in kalter. Der Wind vermehrt oder vermindert die Geschwindigkeit des Schalles, nachdem er in einerley Richtung oder in entgegengesetzter bläset.

633. Die schwingenden Bewegungen bey verschiedenen Tönen, die man zugleich hört, z. B. in einem Concerte, vermischen sich nicht mit einander. Etwas ähnliches sieht man an den Kreisen, die auf der Oberfläche des Wassers von hineingeworfenen Körpern entstehen, und sich, ohne sich zu stören, schneiden. Nur sind diese Kreise kleine Hügel und Thäler, und zwar auf einer Fläche; die Schwingungen der Lufttheilchen verursachen abwechselnde Verdichtungen und Verdünnerungen in einem Kugelraume um den tö-

tönenden Körper. Die Lichtstrahlen kreuzen sich in der engen Öffnung eines Fensterladens, ohne sich zu verwirren (540.).

634. Die schwingenden Lufttheilchen werden oft von harten Körpern, bey einer gewissen Lage und Gestalt derselben, zurückgeworfen, so daß der Schall von diesen herzukommen scheint. Dies ist der Grund des Echo. Ist der zurückwerfende Körper zu nahe, so vermischen sich der unmittelbare Schall und der zurückgeworfene mit einander. Weil man in einer Secunde höchstens neun auf einander folgende Töne deutlich unterscheiden kann, so wird zu einem einsylbigen Echo ein Abstand wenigstens von 60 bis 70 Fuß von dem Rufenden erfordert, zu einem zweysylbigen ein mehr als doppelt so großer Abstand. Wenn mehrere zurückwerfende Körper in verschiedenen Entfernungen hinter einander liegen, so wird eine Sylbe mehrmahls wiederholt. — In den Sprachgewölben wird der Schall von einer Stelle zu einer entferntern hin geworfen und daselbst vereinigt, so daß eine Person dort eine andere hier leise redende verstehen kann, ohne daß man sie in den dazwischen liegenden Stellen vernimmt.

635. Die Zurückwerfung des Schalles kann man sich durch die Zurückprellung der Kreise auf der Oberfläche des Wassers in einem schicklichen, hinlänglich großen, Gefäße erläutern. Die zurückgehenden Kreise sind den anstoßenden gleich und verwirren sie nicht.

636. Das Sprachrohr macht die Worte, die man in die enge Mündung hineinruft, durch die vordere weite Öffnung auf eine große Entfernung (ein recht gutes auf 3000 Schritte) vernehmlich. Die Luft

Luft wird darin zusammen gehalten, und von den elastischen Wänden in dem Innern des Rohrs mehrmahls zurückgeworfen, und zuletzt der Axe des Rohrs möglichst parallel gemacht, so daß der Schall etwa so viel mahl stärker wird, als oft die Mündung in der vordern Öffnung enthalten ist. Ein cylindrisches Rohr thut keine Wirkung, ein sich erweiterndes auch nicht, wenn man es mit Leder überziehet. Ein abgekürzter Kegel thut vielleicht die besten Dienste als Sprachrohr. Trompeten und Waldhörner sind, aus ähnlichen Ursachen wie die Sprachröhre, tönend, zerstreuen aber den Schall.

637. Das Hörrohr fängt mit seiner weiten Öffnung viel zitternde Luft auf, und bringt sie durch eine enge Öffnung in das Ohr einer schwer hörenden Person.

638. Wenn der Schall durch eine Öffnung, als eine Thüre in einer Wand, geht, so breitet er sich von neuem jenseit der Öffnung aus, daß man ihn auch zur Seite vernimmt. Die Kreise auf dem Wasser thun dasselbige.

639. Das Wasser pflanzt auch den Schall fort, den in der Luft erregten zwar nur schwach, aber den im Wasser selbst beträchtlich stark. Wenn man sich in Wasser taucht, und ein paar Kieselsteine gegen einander schlägt, so empfindet man, nach Nollets Erfahrung, einen sehr erschütternden Schall. Einen im Wasser erregten Schall hört man in der Luft. Ein Schall verbreitet sich über einer Wasserfläche weiter und stärker, als über dem festen Erdboden, und wird selbst von überwölbtem Wasser verstärkt. Vermuthlich ist die Erregung des Schalles im Wasser mehr eine hin und her gehende Erschütterung, als eine schwin-

gende Bewegung, mit Verdichtung und Verdünnerung, wie sie es in der Luft ist.

Auf diese Art wird auch durch manche feste Körper der Schall sehr merklich fortgepflanzt, besonders wenn sie eine zu zitternden Bewegungen schickliche Gestalt haben, und von einer dazu tauglichen Materie, als Glas oder Tannenholz, sind. Man hört mit verstopften Ohren alle Töne eines musikalischen Instruments, wenn man einen Stab, den man an die obern Zähne hält, gegen den Resonanzboden stemmt. Einen Tauben oder schwer hörenden, dessen Gehörnerve nur noch gut ist, kann man durch dieses Mittel Worte oder Musik hören lassen.

Der Erdboden leitet einen starken Schall auf eine weitere Entfernung als die Luft; eine große Eisfläche stärker und schneller als diese.

Mathematisch-physikalische Grundsätze der Musik.

640. Die Schwingungen gespannter Saiten haben vieles Ähnliche mit den Schwingungen der Pendel (61.), so daß auch die Formeln, welche die Schwingungszeit durch die Größen, von welchen sie abhängt, ausdrucken, für beide ähnlich sind. Die Schwingungen gespannter Saiten geschehen in gleichen Zeittheilchen, wenn auch die beschriebenen Bogen ungleich sind. Die Anzahl der Schwingungen in einer bestimmten Zeit verhält sich, bey Saiten von einerley Materie, wie die Quadratwurzel aus dem Gewichte, welches die spannende Kraft ausdruckt, dividirt durch die Quadratwurzel aus dem Producte der Länge der Saite in ihr Gewicht, oder dividirt durch das Product der Länge in den Durchmesser der Saite. Sind die Saiten gleich dick, so wird

wird z. B. bey einerley Länge eine vierfache Spannung erfordert, um die Anzahl der Schwingungen zu verdoppeln, oder den Ton um eine Octave zu erhöhen. Und bey gleicher Spannung muß zu diesem Ende die Länge um die Hälfte kleiner werden. — Zu den Versuchen über den Ton einer Saite, den sie nach Maaßgabe ihrer Länge hören läßt, dient das Monochord, ein Instrument von einer einzigen Saite mit einem beweglichen Stege und mit Eintheilungen. Man gesellt dieser Saite auch bisweilen noch eine oder mehrere gleich stark gespannte zu.

641. Der Ton einer Saite wird durch die Anzahl ihrer Schwingungen in einer gegebenen Zeit, als in einer Secunde, bestimmt. Daher ist diese Zahl der Repräsentant des Tons, und Töne lassen sich wie Zahlen vergleichen. Man braucht aber nicht die Zahl selbst zu wissen, sondern die verhältnißmäßigen Zahlen der Schwingungen genügen. Wenn z. B. die Schwingungen für zwey Töne C und G sich verhalten wie 2 : 3, so bezeichnen diese Zahlen jene Töne, und wenn man den Ton C durch 1 ausdrückt, so ist $\frac{3}{2}$ der Werth von G. Auf diese Art soll der Werth eines Tons allemahl seine Verhältnißzahl gegen den als Einheit angenommenen Ton seyn, den wir C nennen wollen. Der höhere Ton wird durch eine größere Zahl dargestellt. Man könnte auch die Länge der Saiten, wie es manche thun, zum Repräsentanten des Tons machen; es setzt aber voraus, daß Spannung, Dicke, und Materie dieselben seyn. Die Glieder des Verhältnisses der Werthe werden nur verwechselt. Es würde z. B. der Werth von G seyn $\frac{2}{3}$. Jene Bestimmung ist auch bey andern klingenden Körpern anwendbar.

642. Das Intervall zweyer Töne ist das geometrische Verhältniß ihrer Werthe. Z. B. wenn die Werthe von den Tönen E und G sind $\frac{5}{4}$ und $\frac{3}{2}$, so ist ihr Intervall das Verhältniß 5 : 6, oder 1 : $\frac{6}{5}$, oder schlechtweg $\frac{6}{5}$. Der letztere Ausdruck ist der Werth des höhern Tons, in Beziehung auf den niedrigern als Einheit genommen. — Zwey Intervalle sind gleich, wenn die Verhältnisse der Töne gleich sind.

643. Die Intervalle bezeichnet man auch durch die Ordnungszahl ihrer Stelle in einer Folge von Tönen, in welcher der erste, oder der Hauptton, die Tonica heißt, und der achte oder die Octave um das Intervall 1 : 2 von jenem hinaufwärts absteht. Die Intervalle 1 : 3; 1 : 4; 1 : 5 geben die Duodecime (Doppelquinte), die zweyte Octave, die Decimeseptime, alle hinaufwärts genommen. — Herabwärts ist 1 : $\frac{1}{2}$ die erste Unteroctave; 1 : $\frac{1}{3}$ die Unterduodecime; 1 : $\frac{1}{4}$ die zweyte Unteroctave; 1 : $\frac{1}{5}$ die Unterdecimeseptime. Die Längen jener Saiten verhalten sich unter einander und zu der Saite des Haupttons, wie $\frac{1}{2}$: $\frac{1}{3}$: $\frac{1}{4}$: $\frac{1}{5}$ zu 1; die Längen von diesen wie 2 : 3 : 4 : 5; die Schwingungszahlen gegen einander wie die Glieder der Intervalle.

644. Die Intervalle solcher Töne, deren Zusammenklingen dem Gehöre angenehm ist, heißen Consonanzen; diejenigen, die unangenehm sind, Dissonanzen. Auch heißt ein höherer Ton in Beziehung auf einen niedrigern schlechtweg eine Consonanz oder Dissonanz. Die vorher angeführten Intervalle sind Consonanzen, vorzüglich die beiden aufsteigenden Intervalle 1 : 2 und 1 : 3.

645. Die Unteroctave der Duodecime ist die Quinte, G; ihr Werth also $\frac{2}{3}$. Die doppelte Unteroctave der Decimeseptime ist die große Terz, E, und ihr Werth $\frac{4}{5}$. Diese beiden Töne harmoniren auch sehr gut mit dem Haupttone, und geben mit demselben den harten Dreyklang, C: E: G. *).

646. Die Harmonie dieser Töne mit dem Haupttone läßt sich daraus etwas begreifen, daß die Schwingungen ihrer Saiten oft zusammen treffen, z. B. eine Schwingung des Haupttons C mit 3 der Duodecime, oder 2 von C mit 3 Schwingungen von G, oder 4 von C mit 5 von E. Dieses empfinden wir freylich nur dunkel, da wir die so schnellen Schwingungen zu zählen nicht vermögen. Auch kann man noch fragen, warum das Zusammentreffen uns angenehm ist. Der Grund des Wohlgefallens an solchen Tönen mag tiefer liegen.

647. Bey der Erzitterung einer etwas dicken Saite, besonders der dicken Saite eines Contraviolons, vernimmt man außer dem Hauptklange und dessen Oberoctave noch zwey andere höhere Klänge, die Oberduodecime und die Oberdecimeseptime. Diese mitklingenden Töne lassen sich aus den mit der Hauptschwingung zugleich vorhandenen Partialschwingungen der Saite (625.) erklären, die man auch an den tiefsten Baßsaiten wirklich sieht **). — Sind zwey Saiten zu einer dritten so gestimmt, daß sie von dieser die

*) Der Beyname hart bezeichnet nichts unangenehmes, sondern enthält nur einen Gegensatz gegen einen andern, minder vollkommenen, Dreyklang, den weichen. Der Name rührt von den alten Componisten her.

**) Erläuterung durch Zeichnungen in Chladni's Akustik. Tab. I. Fig. 1—8., zu §. 174—179.

Oberduodecime und Oberdecimeseptime angeben, so werden sie, wenn diese erklingt, in eine gänzliche Erschütterung gerathen, und unter gewissen Umständen einen Klang hören lassen.

648. Auf die letztere Erfahrung läßt sich die Vermuthung gründen, daß ebenfalls mit einer Bewegung im Gehirne, die uns einen Ton empfinden läßt, gewisse andere Bewegungen uns unbemerkt zustimmen. Werden diese von außen unmittelbar erregt, so ist die Verbindung der dadurch entstehenden Töne mit jenem angenehm, weil die Eindrücke schon vorbereitet sind, und mit Leichtigkeit erfolgen. Dagegen sind die Dissonanzen unangenehm, weil die mit dem einen Tone harmonirende Bewegung der von dem andern wirklich erregten widerstrebt. Daraus erklärt sich, warum ein Mensch für Harmonie sehr empfindlich ist, ein anderer sehr wenig. In jenem ist eine lebhafte vorbereitende Bewegung für den harmonirenden Ton, in diesem nicht. Daher entsteht in jenem ein Mißbehagen über disharmonirende Töne, weil er widerstrebende Bewegungen im Gehirne empfindet, die dem andern unbemerkbar bleiben, oder gar nicht in ihm vorhanden sind. — Überhaupt beruht das musikalische Talent theils auf der Empfänglichkeit der Nerven für die unterscheidbare Erweckung der Töne, theils auf der Leichtigkeit, durch den Willen der Seele vermittelst der erregten Nerven sie sich vorzustellen, es sey durch Erinnerung, oder durch eigenthümliche Hervorbringung.

649. Eine Tonleiter ist eine regelmäßige Stufenfolge von acht Tönen, von dem Haupttone oder der Tonica an bis zu ihrer Octave mit eingeschlossen. Die Intervalle sind größtentheils fast gleich groß, mit zwey halb so großen untermischt. Der Tonsetzer bleibt

im

im Ganzen bey den Tönen derſelben, vornehmlich im Anfange und am Ende des Stücks, und weicht nur in der Mitte hin und wieder, der Mannigfaltigkeit wegen, in Nebentöne aus, wiewohl unter gewiſſen Einſchränkungen. Dadurch unterſcheidet ſich, des Tacts u. m. hier nicht zu gedenken, der Geſang oder ein muſikaliſches Stück von einer wilden Folge von Tönen, wie das Pfeifen der Sangvögel iſt, indem die Melodie entweder in der Folge jener Töne auf- oder abſteigend fortſchreitet, oder regelmäßige größere Schritte von beſtimmten ganzen und untermiſchten halben Tönen thut. Die Töne der Tonleiter müſſen zum Theil eine nahe Beziehung auf die Tonica haben, und das Ohr gleichſam oft daran erinnern, damit eine gewiſſe Einheit in dem Stücke herrſche. Es müſſen alſo die vornehmſten Conſonanzen in der Tonleiter vorkommen. Zwiſchen dieſen Tönen ſind die übrigen einzuſchalten.

650. Nun haben wir in dem harten Dreyklange nebſt der Oberoctave ſchon vier Töne, C, E, G, c. Da das Intervall G : c iſt $\frac{3}{2} : 2$ oder 3 : 4, ſo iſt dieſes noch eine mittelbare Conſonanz, und der Ton $\frac{4}{3}$ oder die Quarte F wird nicht fehlen dürfen. Das Intervall F : G iſt $\frac{4}{3} : \frac{3}{2}$ oder 8 : 9. Nehmen wir dieſes von C an, ſo erhalten wir die Secunde D, deren Werth $\frac{9}{8}$ iſt. Das Intervall D : E iſt 9 : 10, ein weniges kleiner als C : D. Tragen wir das kleinere Intervall 9 : 10 von G hinaufwärts, ſo ergiebt ſich die große Sexte von C, nämlich A, deren Werth $\frac{5}{3}$ iſt *). Von dieſem Tone an nehme man das größere Intervall 8 : 9, ſo entſteht die große Septime H, deren Werth $\frac{15}{8}$ iſt. Das noch

*) Dieſer Werth wird durch die Proportion, $9 : 10 = \frac{1}{2} : \frac{1}{?}$, gefunden. So wird in allen Fällen verfahren.

übrige Intervall H : c ist $\frac{15}{8}$: 2 oder 15 : 16, wie das von E : F. Dieses Intervall heißt ein halber Ton; jene andern, welche 8 : 9 und 9 : 10 sind, heißen ganze Töne, und zwar jener ein großer ganzer, dieser ein kleiner ganzer Ton. Ein kleiner halber Ton ist das Intervall der kleinen zur großen Terz, 24 : 25, welches in der Folge sich ergiebt.

651. Solchergestalt entsteht diejenige Tonleiter, welche wegen der darin enthaltenen großen Terz vom Haupttone, C : E, die Tonleiter der harten Tonart heißt, mit ihren numerischen Werthen, wie folget:

C : D : E : F : G : A : H : c.
1 : $\frac{9}{8}$: $\frac{5}{4}$: $\frac{4}{3}$: $\frac{3}{2}$: $\frac{5}{3}$: $\frac{15}{8}$: 2.

Sie besteht aus zwey, um das Intervall eines ganzen Tons unterschiedenen Abschnitten C : F und F : c, deren jeder sich mit einem und demselben Intervall eines großen halben Tons schließt. Die Intervalle der ganzen Töne sind in der ganzen Tonleiter und in den beiden Theilen abwechselnd 8 : 9 und 9 : 10. Diese symmetrische Auswahl der Töne macht die Fortschreitung faßlich und leicht sangbar.

652. Das Intervall E : G ist $\frac{5}{4}$: $\frac{3}{2}$ oder 5 : 6. Es ist aus den Intervallen 15 : 16, und 8 : 9 durch die Multiplication der Glieder zusammengesetzt. Nehmen wir dieses von dem Haupttone C hinaufwärts, so erhalten wir die kleine Terz, welche durch Es bezeichnet wird. Ihr Werth ist $\frac{6}{5}$. Die Verbindung dieses Tons mit dem Haupttone und der Quinte giebt den weichen Dreyklang, C : Es : G. Die Consonanz von der kleinen Terz mit dem

Haupt-

Haupttone ist nicht so vollkommen als die der großen Terz, aber dagegen ist die Consonanz mit der Quinte, als der großen Terz von der kleinen Terz, vollkommener.

653. Die Quarte von Es, heißt die kleine Sexte von C, oder As, und hat den Werth $\frac{8}{5}$. Von der Quarte F, deren Werth $\frac{4}{3}$ ist, nehme man die doppelte Unteroctave, oder die Unterduodecime von C, so ist ihr Werth $\frac{1}{3}$, und die Länge der Saite von diesem Tone, unter übrigens gleichen Umständen, ist dreymahl so groß als von C. Von der kleinen Sexte nehme man die dritte Unteroctave oder die Unterdecimeseptime von C, deren Länge 5 ist. Diese Saiten werden, bey der Erklingung von C, zwar erzittern, aber nur mit partialen Schwingungen. Die erstere theilt sich in drey schwingende Theile, deren Endpuncte unbewegt bleiben; die zweyte in fünf schwingende Theile auch mit ruhenden Endpuncten. Wenn die Klänge dieser Saiten hörbar wären, so würde es der Ton C seyn. Hieraus mag man wie in (648.) schließen, daß mit der Bewegung im Gehirne, die uns einen Ton empfinden läßt, auch noch eine uns unbemerkbare, die zu der kleinen Terz gehört, verbunden sey. Da aber diese sich nicht unmittelbar auf jenen Ton, sondern auf dessen Quinte bezieht, so ist die Erschütterungsfähigkeit schwächer, und der Dreyklang, C : Es : G, weniger vollkommen.

654. Die Tonleiter der weichen Tonart enthält den weichen Dreyklang, C : Es : G. In dieser ist das zweyte Intervall, D : Es ein großer halber Ton, oder 15 : 16. Die Quinte von Es ist $\frac{2}{5}$, welches zugleich die kleine Terz von G ist. Dieser Ton heißt die kleine Septime, und wird durch B

bezeichnet *). Als Quarte von F erhielte sie den Werth $\frac{16}{9}$. Die weiche Tonleiter ist mit ihren numerischen Werthen nun folgende:

C : D : Es : F : G : As : B : c.
1 : $\frac{9}{8}$: $\frac{6}{5}$: $\frac{4}{3}$: $\frac{3}{2}$: $\frac{8}{5}$: $\frac{9}{5}$: 2.
($\frac{16}{9}$)

Das zweyte und fünfte Intervall sind hier halbe Töne, jeder 15 : 16. Häufig werden in der Ausübung statt der kleinen Sexte und Septime die großen A und H genommen. Die beiden letzten Intervalle sind 8 : 9 und 9 : 10. Nimmt man für B den Werth $\frac{16}{9}$, so werden sie 9 : 10 und 8 : 9.

655. Auf unsern Clavieren und Orgeln geben die Untertasten von C aus die harte Tonleiter, von A aus die weiche, nur daß in der letztern Fortschreitung das Intervall A : d nicht 1 : $\frac{4}{3}$, sondern 1 : $\frac{27}{20}$ ist. Die Obertasten dienen, daß jeder Ton zur Tonica der einen oder der andern Tonleiter gemacht werden kann, und daß die Ausweichungen von einer Tonleiter sich ausführen lassen. Beiderley Tasten geben in der Octave C : c eine Folge von 13 Tönen, die um einen halben Ton von einander verschieden sind. Jeder der eingeschalteten Töne zu den Obertasten wird entweder als ein erhöhter, oder als ein erniedrigter, in Beziehung auf den nächsten Ton zu den Untertasten, betrachtet. In jenem Falle wird zu den Benennungen der Untertasten die Beugungssylbe is, in diesem es oder s beygefügt. Daher heißen die Töne Es und As auch Dis und Gis. Es sind eigentlich verschiedene Töne, die nur auf dem Claviere eine gemeinschaftliche Saite und Taste haben.

656.

*) Der Ton H sollte durch B bezeichnet seyn, wie es ehedem wirklich üblich gewesen ist. Der jetzige Ton B hieße alsdann Bes.

656. Von den Mitteltönen sind noch Cis und Fis zu bestimmen. Nimmt man Fis als große Terz von D an, so ist der Werth dieses Tons $\frac{45}{32}$, und es fällt Fis etwas näher an F als an G. Von diesem Ton ist die Quinte der Ton cis der zweyten Octave, und der Werth derselben, $\frac{135}{64}$, also von Cis, $\frac{135}{128}$, oder $\frac{9}{8} \cdot \frac{15}{16}$. Dadurch wird das Intervall C : Cis dem F : Fis gleich.

657. Wenn ein Clavier oder eine Orgel nach den obigen Bestimmungen der Töne für eine gewisse Tonica rein gestimmt ist, so werden die Tonleitern für eine andere Tonica kleine Abänderungen leiden, z. B. die Quinte D : A ist 27 : 40 anstatt 2 : 3. Das Intervall der reinen Quinte und dieser abweichenden ist $\frac{3}{2} : \frac{40}{27}$ oder 81 : 80. Außer dieser sind noch zwey unreine Quinten vorhanden, Cis : Gis und B : f, wo f die Oberoctave von F bezeichnet. Dazu kommen noch drey unreine Quarten, und einige unreine Terzen. Sollte keine Abweichung entstehen, so müßten alle Intervalle gleich seyn, und die Werthe der 13 Töne von C : c machten eine geometrische Progression aus (Arithm. 145.). Diese Einrichtung des Tonsystems, welche allen vorher bestimmten Intervallen etwas von ihrer Reinigkeit nimmt, heißt die gleichschwebende Temperatur. Über ihre Vorzüglichkeit haben praktische Musikverständige zu urtheilen.

658. Damit man die obigen Werthe der Töne im Zusammenhange übersehen, und mit den gleichschwebenden vergleichen könne, so folgt hier eine Tabelle derselben.

Töne.	Ungleiche Intervalle.	Gleiche Interv.	Töne.	Ungleiche Intervalle.	Gleiche Interv.
C	1 = 1,000	1,000	G	$\frac{3}{2}$ = 1,500	1,498
Cis	$\frac{15}{14}$ = 1,055	1,059	As	$\frac{8}{5}$ = 1,600	1,587
D	$\frac{9}{8}$ = 1,125	1,122	A	$\frac{5}{3}$ = 1,667	1,682
Es	$\frac{6}{5}$ = 1,200	1,189	B	$\frac{16}{9}$ = 1,778	1,782
E	$\frac{5}{4}$ = 1,250	1,260		$\frac{9}{5}$ = 1,800	
F	$\frac{4}{3}$ = 1,333	1,335	H	$\frac{15}{8}$ = 1,875	1,888
Fis	$\frac{45}{32}$ = 1,406	1,414	c	2 = 2,000	2,000

Die Werthe der Töne von gleichen Intervallen sind hier nur bis auf die Tausendtheilchen richtig; die rationalen, in Decimalbrüche verwandelten, zum Theil auch nur so weit.

659. Die beiden **Tonleitern** (651. und 654.) heißen **diatonische**, deren jede 5 ganze und 2 große halbe Töne enthält. Die Tonleiter (651.) von 12 halben Tönen heißt die **chromatische**. Es giebt noch eine Tonleiter, die **enharmonische**, in welcher zwischen je zwey Tönen der harten Tonleiter zwey eingeschoben werden. Die eingeschalteten Töne sind theils um einen kleinen halben Ton höher als der nächst vorhergehende, theils um so viel niedriger, als der nächst folgende. Ein kleiner halber Ton ist das Intervall der beiden Terzen oder Sexten, der kleinen und der großen, nämlich $\frac{25}{24}$. Die Ergänzung desselben zu dem kleinen ganzen Tone, in welchen die kleine Terz oder kleine Sexte fällt, ist $\frac{16}{15}$, der große halbe Ton, E : F oder H : c. Die Ergänzung dieses größern halben Tons zu dem größern ganzen ist $\frac{135}{128}$, ein halber Ton, welcher den kleinern ganzen Ton sehr nahe in zwey gleiche Intervalle theilt. Man nennt ihn das kleine Limma. Von diesen beiden halben Tönen gebrauche man den größern, $\frac{135}{128}$, in dem

grö-

größern ganzen Ton, den kleinern, $\frac{25}{24}$, in einem kleinern. Die Fortschreitung der Töne in der so erweiterten Tonleiter ist nun folgende:

C,	1	E,	$\frac{5}{4}$	G,	$\frac{3}{2}$	H,	$\frac{15}{8}$
Cis,	$1.\frac{135}{128}$	Fes,	$\frac{4}{3}.\frac{25}{24}$	Gis,	$\frac{3}{2}.\frac{25}{24}$	ces,	$2.\frac{25}{24}$
Des,	$\frac{9}{8}.\frac{128}{135}$	Eis,	$\frac{5}{4}.\frac{25}{24}$	As,	$\frac{5}{3}.\frac{25}{24}$	His,	$\frac{5}{8}.\frac{25}{24}$
D,	$\frac{9}{8}$	F,	$\frac{4}{3}$	A,	$\frac{5}{3}$	c,	2
Dis,	$\frac{9}{8}.\frac{25}{24}$	Fis,	$\frac{4}{3}.\frac{135}{128}$	Ais,	$\frac{5}{3}.\frac{135}{128}$		
Es,	$\frac{5}{4}.\frac{24}{25}$	Ges,	$\frac{3}{2}.\frac{128}{135}$	B,	$\frac{15}{8}.\frac{128}{135}$ oder $\frac{15}{8}.\frac{24}{25}$		
E,	$\frac{5}{4}$	G,	$\frac{3}{2}$				
				H,	$\frac{15}{8}$		

Auf dem Claviere haben die eingeschalteten Töne entweder nur eine Taste gemeinschaftlich, oder werden auf der Taste des nächsten Tons gegriffen. Auf der Violine werden sie unterschieden.

Neunter Abschnitt.

Von der Elektricität.

660. Die Elektricität ist eine sehr verbreitete oder vielmehr allgemeine Kraft, welche die Körper auf der Erde in einem höhern oder geringern Grade besitzen, eine Kraft, die wir zu manchen belustigenden, aber auch lehrreichen und nützlichen, Versuchen gebrauchen, die schon in unsern Händen gefährlich werden kann, aber ungleich mehr es zuweilen in der Natur ist, wobey sie aber gewiß für das Ganze höchst wohlthätig bleibt, und besonders in dem Luftkreise zur Unterhaltung seiner Spannkraft und Heilsamkeit dienen mag.

661. Diese Kraft äußert sich an den Körpern dadurch, daß sie leichte Körper, die ihnen genähert werden, anziehen, und darauf wieder zurückstoßen; daß sie gegen solche, die nicht auf gleiche Art elektrisch sind, in der Nähe Funken mit einem knisternden Geräusche geben; ferner bey einem höhern Grade durch Verbreitung eines süßlichen Geruchs wie vom Harnphosphor, durch einen säuerlichen Geschmack auf der Zunge, und durch Erregung eines Gefühls auf der Haut des Gesichts, wie wenn ein Spinnengewebe gegen dasselbe flöge. — Das Anziehen und Abstoßen hat man zuerst an dem Bernsteine, der griechisch Elektrum heißt, beobachtet. Daher die Benennung

nung dieser Kraft oder des dadurch hervorgebrachten Zustandes eines Körpers.

662. Im Kleinen kann man an einer reinen und trockenen Glasröhre, oder einer Stange Siegellack, schon diese Kraft wahrnehmen, wenn man sie mit einem wollenen Zeuge reibt. Ein Kügelchen von Kork oder Hohlundermark an einem seidenen Faden wird alsdann angezogen und wieder abgestoßen. Nähert man der geriebenen Stelle den Knöchel eines Fingers, so zeigt sich ein bläulicher, knisternder und stechender Funke.

663. An einigen Körpern wird die elektrische Kraft durchs Reiben hervorgebracht, als an Glas, allen Edelgesteinen, allen Harzen, Bernstein, Schwefel, im Ofen gedörrtem Holze, Seide, Baumwolle, thierischer Wolle, Federn, Haaren, Papier, und noch einigen Körpern in schwächerm Grade. — Andere Körper werden durchs Reiben nicht elektrisch, aber sie nehmen von jenen Körpern die Elektricität an, und pflanzen sie auf andere sie berührende, gleichfalls leitende, Körper fort, daher die durch Reiben etwa erregte Elektricität in ihnen nicht merklich werden kann. Stellt man einen Körper dieser Art auf Glas oder Harz, oder hängt ihn an seidenen Schnüren auf, so kann die in ihm erregte oder ihm mitgetheilte elektrische Kraft nicht entweichen. Denn die vollkommensten Körper der erstern Art, welche durch Reiben elektrisch werden, nehmen die Elektricität durch Mittheilung nur schwer an, bloß an den einzelnen berührten Stellen, verbreiten sie aber nicht durch ihre ganze Masse, wie es die Körper der zweyten Art thun.

664. Daher unterscheidet man in Absicht auf die elektrische Kraft die Körper in Leiter und Nicht-

leiter. Zu den leitenden Körpern gehören vorzüglich die Metalle und Holzkohlen, auch Wasser, welches noch ein guter Leiter ist; zu den nicht leitenden vornehmlich Glas, Harze, Schwefel, Seide. Es giebt inzwischen viele Körper, die durchs Reiben merklich elektrisch werden und dennoch ziemlich gute Leiter sind, z. B. trocknes, nicht gedörrtes Holz, trockne Marmorplatten. Diese heißen Halbleiter.

665. Wenn ein leitender Körper auf einen nicht leitenden gestellt, oder an einem solchen, z. B. an einem seidenen Faden, aufgehängt ist, so nennt man ihn isolirt. Alsdann behält er die von einem elektrisirten Körper ihm mitgetheilte Elektricität in sich, und läßt sie, in höherm oder geringerm Grade, in sich anhäufen. Wird er in diesem Zustande von einem leitenden Körper berührt, so verliert er seine Elektricität auf einmahl. Ein Nichtleiter will an vielen Stellen berührt seyn, um seine elektrische Kraft zu verlieren. Denn an diesem haftet die Elektricität an der Stelle, wo sie erregt ist. — Trockne Luft ist ein guter Nichtleiter, daher ein isolirter Körper die in ihm erregte Elektricität ziemlich lange behalten kann. Feuchte Luft leitet aber etwas; weßwegen in einer solchen Luft elektrische Versuche schlecht oder gar nicht gelingen, so wie auch die Gegenwart vieler Personen nachtheilig ist, woran die Erwärmung und die erzeugte kohlensaure Luft Schuld seyn mögen.

666. Die durch Reiben erregte Elektricität nennt man die ursprüngliche; diejenige, welche ein Leiter von einem geriebenen Körper erhält, die mitgetheilte. Ein isolirter Leiter ist auch einer ursprünglichen Elektricität durchs Reiben fähig, daher die sonst gewöhnliche Eintheilung der Körper in elektrische

und

und unelektrische eine Einschränkung leidet. — Wie noch auf andere Arten als durchs Reiben Elektricität entstehe, davon in der Folge.

667. Die Elektricität der Nichtleiter ist von zweyerley Art. Wenn man die in glattem Glase und im Harze erregte Elektricität leichten Korkkügelchen an einem seidenen Faden, der des bessern Isolirens wegen an einem Glasstäbchen befestigt ist, mittheilt, so ziehen sich die Kügelchen an; wenn beide aber entweder von Glas oder von Harz ihre Elektricität erhalten haben, so stoßen sie sich zurück. So verhält es sich überhaupt mit Körpern, die ungleichnamige oder gleichnamige Elektricität besitzen, daß sie sich anzuziehen oder abzustoßen suchen. — Die eine Art der Elektricität nennt man am deutlichsten die Glaselektricität, die andere die Harzelektricität, von der Art, wie sie unmittelbar durch Reiben an Glas und harzichten Körpern erregt werden. Fast allgemein heißt jene die positive, diese die negative, Benennungen, die aus der Franklinschen Theorie ihren Ursprung haben, wo sie Überschuß und Verlust an elektrischer Materie in einem Körper anzeigen sollen. Noch schicklicher läßt sich durch diese Benennungen eine entgegengesetzte Beschaffenheit zweyer elektrischen Kräfte andeuten. Man pflegt sie, wie entgegengesetzte Größen in der Mathematik, durch + E und — E zu bezeichnen. Es ist im Grunde gleichgültig, welche das eine oder das andere Zeichen bekommt.

668. Wenn das Kügelchen sich zwischen zwey ungleichnamig elektrisirten Körpern in gehöriger Weite befindet, so wird es wechselsweise von beiden angezogen und abgestoßen, und führt die Elektricität des einen in den andern nach und nach über, bis beide

Körper ihre Elektricität ganz verloren haben. Auch wird ein isolirter Leiter gar nicht oder sehr schwach elektrisirt, wenn man ihm beide Elektricitäten zugleich mittheilen will. Daraus sieht man, daß beide Arten der elektrischen Kraft in den Körpern sich entgegen wirken, und in so fern als entgegengesetzte Kräfte betrachtet werden können. Daher geben auch ungleichnamig elektrisirte Körper stärkere Funken, als wenn nur einer derselben elektrisirt ist. Übrigens wirken beide Kräfte jede für sich auf ähnliche Art. An dem Lichte der ausströmenden oder einströmenden Elektricität möchte sich ein Unterschied beider Arten zeigen. — Eine Spitze an positiv elektrisirten Körpern, einem platten Leiter gegen über, zeigt einen leuchtenden Strahlenpinsel, an negativ elektrisirten einen leuchtenden Stern, oder schwächern Büschel, gleichsam als wenn eine elektrische Materie hier nur hervorquölle, dort aber ausströmte. Hält man eine Spitze gegen einen positiv elektrisirten Körper, so zeigt sich an ihr der leuchtende Stern; gegen einen negativ elektrisirten Körper ein nach ihm divergirender Strahlenpinsel. Dort scheint sich der Strom aus dem Körper anzuhäufen, hier bequem einzudringen.

669. Die mehresten Körper sind geschickt, die eine Elektricität so wohl als die andere anzunehmen, nach Beschaffenheit des reibenden Körpers. Glattes Glas wird allemahl positiv, außer wenn es mit dem in hohem Grade elektrischen Katzenhaare gestrichen wird, welches nie anders als positiv elektrisch wird, und daher dem Glase negative Elektricität mittheilt. Mattgeschliffenes Glas wird durch Wolle, Papier, die Hand u. m. negativ. Siegellack wird durch Reiben mit Metallen positiv elektrisch, durch Pelzwerk, die Hand, Leder, wollenes Zeug, Papier, negativ.

670.

670. Zwey Körper, die an einander gerieben werden, erhalten entgegengesetzte Elektricitäten. Ist der eine ein leitender Körper, so muß er isolirt seyn, wenn er elektrisch werden soll.

671. Einen Körper bequem zu elektrisiren, bedient man sich der Elektrisirmaschine, die auf verschiedene Art eingerichtet werden kann. — Ein gläserner Cylinder wird vermittelst eines Rades mit einer Schnur schnell umgedreht, und gegen ein mit Haar und untermischtem Lahn oder Knittergold ausgestopftes seidenes Küssen gerieben. In das Leder, welches zwischen das Küssen und den Cylinder kommt, wird entweder ein Amalgama von Queckſilber, Zinn und Zink, vermittelst etwas Schweineschmalz eingerieben; oder man nimmt noch besser Musivgold (375.) zum Einreiben. Von dem obern Ende des Küssens erstreckt sich ein Stück Wachstaffet über den obern Theil des Cylinders, um das Ausströmen der Elektricität zu verhindern, indem es selbst stark negativ elektrisirt wird. Eine isolirte Röhre von Messingblech, die an dem nach dem Cylinder gekehrten Ende eine kammartige Reihe metallener Spitzen, den Collector oder Zuleiter trägt, an dem andern Ende rund geformt ist, mit einer kleinern an einer kurzen Röhre zugefügten Kugel, wird vermittelst der gedachten einsaugenden Spitzen elektrisirt. Diese Röhre, der Conductor (Hauptleiter), dient zur Anhäufung und Mittheilung der Elektricität. Soll ein andrer Körper elektrisirt werden, so wird auch dieser isolirt, und durch eine metallene Kette mit der Röhre, als dem ersten Conductor oder Leiter, verbunden. Das Reibezeug muß mit der Erde in Verbindung stehen; sonst würde es sich bald erschöpfen. Es wird aber das Gestell des Küssens auf gläsernen Füßen isolirt, um,

wenn man will, die negative Elektricität hervorbringen zu können. Alsdann wird der Conductor mit der Erde verbunden, um dem Cylinder immer Zufluß von Elektricität zuzuführen. Das isolirte Küssen wird nun negativ elektrisch (670.), und theilt seine Elektricität einem damit verbundenen isolirten Leiter mit. Bey der Erregung der positiven Elektricität wird das Küssen durch eine Kette mit der Erde verbunden. — Wenn anstatt des gläsernen Cylinders ein Cylinder von Schwefel oder einer harzichten Composition gebraucht wird, so wird die der Glaselektricität entgegengesetzte Harzelektricität erregt. Ein dadurch elektrisirter Mensch zieht eine elektrisirte Glasröhre an sich, und stößt eine elektrisirte Stange Siegellack von sich, da der durch einen Glascylinder elektrisirte das Gegentheil thut.

672. Eine große Wirkung thun auch die Glasscheibenmaschinen. Diese bestehen aus einer oder aus zwey parallelen kreisrunden Glasscheiben, an einer durch die Mitte gehenden Axe. Die Scheibe wird bey dem Umdrehen auf jeder Seite von zwey Küssen gerieben. Der Leiter ist eine hohle Röhre von Messing mit zwey Armen, die durch Spitzen die Elektricität von dem Glase einsammeln. Die größte, freylich auch sehr kostbare, Maschine dieser Art ist die von Cuthberson verfertigte im Teylerschen Museum zu Haarlem. Die beiden Glasscheiben sind 65 englische Zoll im Durchmesser groß. Das ganze Gestell ist auf Glasfüßen isolirt, so daß man nach Gefallen positiv und negativ elektrisiren kann. Bey trockner Witterung schlägt der erste Leiter gegen einen andern auffangenden, mit der Erde durch einen Kupferdrath zu verbindenden, Leiter, 24 Zoll lange, sich schlängelnde und strahlende, Funken von der Dicke

eines

eines Federkiels, 300 mahl in einer Minute. Ja sie werden auf 6 Fuß lang, wenn sie an der Oberfläche eines schlechten Leiters hingeleitet werden. Der Conductor wirkt auf die Kügelchen eines Elektrometers in der Weite von 40 Fuß noch sehr merklich. Die mit dieser Maschine angestellten Versuche sind für die ganze Physik wichtig.

673. Eine der wohlfeilsten Maschinen, die dennoch ansehnliche Wirkung thut, ist die Lichtenbergische, eine Trommel von schwarzem glatten wollenen Zeuge, oder auch Seidenzeug, Glanzleinwand oder Papier. Der Reiber ist ein mit langhaarigem Katzenfelle überzogenes Küssen.

674. Wenn einem elektrisirten Körper, z. B. dem Leiter einer Elektrisirmaschine, ein nicht elektrisirter, stumpfendiger oder abgerundeter Körper genähert wird, so zeigt sich zuerst, in einer von den Umständen abhängenden Entfernung, ein unordentlich gestaltetes Licht; wird der Körper darauf noch etwas mehr genähert, so bricht ein prasselnder, gleich wieder verschwindender, Funke aus, wobey jederzeit eine Mittheilung der Elektricität geschieht. Die Weite, in welcher sich dieses ereignet, heißt die Schlagweite. Der Funke ist desto stärker, je mehr Oberfläche der Leiter hat, und je mehr er, bey derselben Oberfläche, in die Länge ausgedehnt ist; auch je besser der genäherte Körper selbst leitet; am stärksten, wenn dieser zugleich auf entgegengesetzte Art elektrisirt ist. Die Geschwindigkeit des Funkens ist so groß, daß man nicht unterscheiden kann, ob er aus dem einen oder dem andern Körper fahre, oder vielleicht aus beiden zugleich entspringe.

675. Der elektrische Funke verursacht eine unangenehme Empfindung und, wenn er stark ist, eine Erschütterung in dem ganzen Körper; er kann ein kleines Thier tödten. Ein schwacher Funke entzündet erwärmten Weingeist in einem metallenen Löffel. Die entzündbare mit gemeiner gemischte Luft (390.) wird von dem elektrischen Funken mit einem starken Knalle entzündet, wenn man ein metallenes Gefäß, in welches durch eine Glasröhre ein Drath hinein geleitet ist, mit einer Mischung beider Luftarten füllt, es mit einem Korkstöpsel verschließt, und mit dem Knopfe an dem äußern Ende des Draths einen Funken aus einem elektrisirten Körper zieht, worauf der Drath sich inwendig gegen das Metall des Gefäßes entladet. Hierauf beruht die elektrische Pistole. — Den wichtigen Gebrauch, den man von dem elektrischen Funken auf diese Art gemacht hat, haben wir schon oben (463. 464.) gesehen.

676. Durch Spitzen an dem Leiter einer Maschine strömt die Elektricität aus, in Gestalt leuchtender Büschel, welche die Wirkung desselben sehr schwächen. Ein gleicharmiges Kreuz mit rechtwinklicht umgebogenen Spitzen, das sich horizontal auf einem an dem Conductor angeschraubten Stifte, wie eine Magnetnadel, leicht drehen kann, wird durch die erregte Elektricität, der einen oder der andern Art, in eine schnelle Bewegung gesetzt, nach einer den Spitzen entgegengesetzten Richtung.

677. Eine Spitze, die man einem elektrisirten Körper entgegenstellt, entladet ihn auf eine viel größere Entfernung als ein runder, und zwar ohne Funken, allmählig in einem anhaltenden Strome, wie in dem vorhergehenden Falle. Hält man während des Drehens einer Elektrisirmaschine den Knopf einer mes-

messingenen Stange so nahe an den Leiter, daß beständig Funken gegen den Knopf schlagen, so hören die Funken sogleich auf, wenn man die Spitze einer Nadel etwa doppelt so weit von dem Leiter hält, als der Knopf absteht, oder sobald man die Nadel mit auswärts gekehrter Spitze auf dem Leiter befestigt. Eine stark geladene Verstärkungsflasche, die bald beschrieben werden wird, kann man allmählig und sanft mit einer gegen den Knopf gehaltenen Nadel ausladen, indem man mit der andern Hand die äußere Belegung anfaßt, da man durch die Berührung der Kugel einen heftigen Schlag bekommen würde.

678. Körper mit platten Flächen theilen sich, wenn sie einander genähert werden, die Elektricität nur schwerlich mit. Auf einen geriebenen Harzkuchen kann man eine glatte Metallplatte legen, und eine Zeit lang darauf bleiben lassen, ohne daß sie dem Harzkuchen merklich von seiner Elektricität entzieht.

679. Ein elektrisirter Körper wirkt auf andere Körper schon in Entfernungen, welche für die Mittheilung zu groß sind. Der Raum, durch welchen sich diese Wirkung erstreckt, heißt der Wirkungsraum, auch wohl elektrische Atmosphäre, nur daß man bey dem letzten Ausdrucke nicht an eine den Körper umgebende Materie denken muß. Die Wirkung, welche der elektrisirte Körper jenseits der Mittheilungs- oder Schlagweite äußert, besteht in einer Erweckung der in dem andern vorhandenen, aber ruhenden, Elektricität. Ein einfacher Versuch wird dieses deutlich machen.

680. Man isolire eine an den Enden abgerundete metallene Stange, in horizontaler Lage, hänge über das eine Ende, B, einen leinenen Faden, mit

zwey Korkkügelchen, und halte dann gegen das andere Ende, A, eine geriebene Glasröhre, in der Entfernung von drey bis vier Zoll. Bey Annäherung der Glasröhre gehen die beiden Kügelchen aus einander; sie sind also elektrisirt, und zwar positiv, oder mit der Glasröhre gleichartig, weil sie von einem gegen sie gehaltenen, positiv elektrisirten, Körper abgestoßen, von einem negativ elektrisirten, als einer geriebenen Stange Siegellack, angezogen werden (667.). Nimmt man die Glasröhre weg, so fallen die Kügelchen zusammen, und es bleibt keine Spur von Elektricität in der Stange. Berührt man, ehe die Glasröhre entfernt wird, das Ende der Stange, B, so fallen die Kügelchen zusammen, und bleiben bey einander, auch nach Wegziehung des Fingers. Entfernt man darauf die Glasröhre, so gehen die Kügelchen aus einander, und zeigen negative Elektricität. — Anstatt der Glasröhre kann man noch besser den Conductor einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine nehmen, die Stange und den Conductor nach einerley Richtung gestellt. Bey dieser Veranstaltung kann man durch ein einzelnes Korkkügelchen, oder durch zwey an einem leinenen Faden, zeigen, daß das Ende A der Stange, welches dem Conductor zugekehrt ist, negative Elektricität erhält. An einem gewissen Puncte zwischen beiden Enden zeigt sich gar keine Elektricität *).

681. Hieraus folgt das wichtige Gesetz der elektrischen Kraft: Ein elektrisirter Körper erweckt in einem andern Körper, der in seinen Wirkungsraum kommt, innerhalb dieses Wirkungsraumes, eine der seinigen entgegengesetzte Elektricität, und jen-

*) S. Lord Mahons Grundsätze der Elektricität. Leipz. 1789. S. 37. ff.

jenseits desselben die gleichnamige, ohne daß er selbst dabey von der seinigen etwas verliert, wenn nämlich keine Mittheilung durch einen Funken geschieht.

682. Diese Art der Erregung der Elektricität nennt man die Vertheilung. Stellt man sich in einem nicht elektrisirten Körper beide Arten der elektrischen Kraft, die wir A und B nennen wollen, im Gleichgewichte mit einander vor, so wird durch die Annäherung eines elektrisirten Körpers, der freyes A hat, dieses Gleichgewicht gestört. Die Kraft B, welche zur Gegenwirkung nach außen angeregt wird, wirkt auf die andere mit ihr verbundene Kraft A nunmehr gar nicht, oder schwach. Diese wird dadurch frey, äußert sich daher nach außen, geht in andere Körper über, oder zieht B aus andern Körpern an sich. Wird die nicht elektrisirte Stange nicht berührt, so stellt sich nach der Entfernung des elektrisirten Körpers alles wieder her, indem A durch B wieder völlig beschäfftigt wird. Berührt man aber die Stange, so wird A ihr entzogen, oder B zugeführt, und daher äußert sich nun die Kraft B allein, sobald der elektrisirte Körper wieder entfernt ist. Etwas ähnliches ist oben (196.) von der magnetischen Kraft vorgekommen. — Das scheinbare Gefühl von der Berührung eines Spinnengewebes (661.), in der Nachbarschaft eines stark elektrisirten Körpers, rührt von einer Erregung der Elektricität durch Vertheilung her. — Eine kleine Korkkugel an einem langen seidenen Faden wird in einer gewissen Entfernung von dem ersten elektrisirten Leiter einer Maschine nicht angezogen, obgleich ein solches Kügelchen an einem leinenen Faden daselbst angezogen wird, weil die Seide die Vertheilung der elektrischen Kräfte hindert.

683. Ein gewisses Spielwerk, der elektrische Tanz, kann zur fernern Erläuterung dienen. Man nimmt zwey metallene, oder nur mit Gold- oder Silberpapier belegte hölzerne, Scheiben, hängt die eine über der andern in einer Entfernung von etwa 3 Zoll auf, isolirt allein die obere und elektrisirt dieselbe, so werden papierne Figuren zwischen ihnen hin und her tanzen. Hier ist die untere Scheibe durch Vertheilung elektrisch, und zwar negativ, wenn wir die Elektricität der obern positiv nennen. Daher richtet sich die auf ihr liegende, gleichfalls negativ elektrisirte Figur auf, wird von der obern Scheibe angezogen, positiv elektrisirt, abgestoßen, von der untern Scheibe angezogen, negativ elektrisirt, und wieder abgestoßen, ein Spiel, welches bey jeder Berührung mit den Scheiben wechselt. Nimmt man anstatt der untern Scheibe eine Glastafel, so tanzen die Puppen nicht, oder man muß einen leitenden Körper an die untere Glasfläche anbringen. Streut man Kleye auf die untere Scheibe, so kann man einen vor den Gewittern vorhergehenden Wirbelwind vorstellen.

Die folgenden wichtigen Werkzeuge zur Elektricität erhalten die Erklärung ihrer Wirkungen aus dem obigen Gesetze.

Die Verstärkungsflasche.

684. Kein physikalischer Versuch hat vielleicht mehr Aufsehen bey Erfahrnen und Unerfahrnen gemacht, als der von der Verstärkung der elektrischen Kraft durch eine gewisse Verbindung leitender und nicht leitender Körper. Der Domdechant von Kleist zu Camin in Pommern entdeckte dies zuerst im J. 1745, und bald darauf ward in Leiden von Musschenbroek und seinen Freunden zufällig daſ-

selbe

selbe bemerkt, als sie Wasser in einem gläsernen Gefäße vermittelst eines Drathes elektrisirten. Musschenbroek, der das Gefäß in der Hand hielt und den Drath anfaßte, um ihn wegzunehmen, bekam einen heftigen erschütternden Stoß durch den ganzen Körper. Man nennt den zu diesen Wirkungen eingerichteten Körper die Kleistische Flasche, Leidner Flasche, Verstärkungsflasche. Es braucht aber gerade keine Flasche zu seyn.

695. Man nehme ein, um der größern Wirkung willen, großes cylindrisches Glas, belege die innere und äußere Fläche mit Zinnfolie vermittelst Gummiwasser, doch nicht ganz bis zu dem Rande, lasse von dem Conductor der Elektrisirmaschine einen metallenen Drath, mit einigen feinen messingenen Ketten, bis auf den Boden des Glases herabhängen, und elektrisire den Drath vermittelst des Conductors, so wird nicht allein die innere Seite des Glases elektrisirt, sondern auch die äußere, aber die Elektricitäten beider Seiten sind sich entgegengesetzt. Das Glas hindert zwar die Mittheilung der Elektricität, aber nicht die Erregung der entgegengesetzten auf der äußern Seite des Glases. Die Elektricität der innern Seite, die wir die positive nennen wollen, beschäfftigt die negative der äußern Seite und der damit verbundenen Körper desto mehr, je stärker sie selbst ist. Daher sammelt sich die negative Elektricität auf der äußern Seite des Glases an, und dieses darf deshalb nicht isolirt seyn, vielmehr muß man es oft durch eine Kette noch mit dem Erdboden in Verbindung setzen. Eine isolirte Flasche läßt sich nicht laden. Die Elektricität der inneren Seite wird von der auf der äußern gegenseitig beschäfftigt oder fest gehalten, bis auf denjenigen Überschuß, den jene

Seite

Seite enthalten könnte, wenn auch gar keine äußere Belegung da wäre. Die Anhäufung der Elektricität in beiden Seiten des Glases heißt das Laden der Flasche.

686. Berührt man die äußere Belegung mit der einen Hand, und den Drath oder die innere Belegung mit der andern, so erhält man eine, bey starker Ladung heftige, Erschütterung in den Gelenken beider Arme und in der Brust, wobey zugleich ein Funke an dem berührten Drathe mit einem Knalle entsteht, beides stärker als aus dem einfachen Leiter. Es geschieht die Vereinigung beider Elektricitäten von den beiden Seiten des Glases durch den Körper der anfassenden Person. Das natürliche Gleichgewicht derselben in der berührenden Person wird dabey auf einen Augenblick gehoben. Daher die Erschütterung. Wenn mehrere Personen sich einander anfassen, und die erste die äußere Belegung, die letzte den Drath berührt, so fährt die Erschütterung durch alle. Man kann inzwischen bloß die äußere Belegung anfassen, ohne einen Stoß zu empfinden, weil die Elektricität der äußern Fläche von der auf der innern beschäfftigt wird. Eben so kann man die innere allein berühren, und erhält nur einen schwachen Funken. Die Erschütterung erfolgt nur, wenn beide Belegungen zugleich berührt werden. Die Wirkung zweyer auf entgegengesetzte Art elektrisirten Körper ist heftiger als die Wirkung eines elektrisirten auf einen nicht elektrisirten (668.). Dazu kommt, daß die Elektricität auf beiden Seiten des Glases, wegen ihrer gegenseitigen Wirkung, sehr angehäuft werden kann, so sehr, daß zuletzt die Elektricität von beiden Seiten her durch das Glas bricht, oder über den Rand springt.

687.

687. Die Vereinigung der Elektricitäten von beiden Seiten der Flasche heißt das **Entladen**. Ist die Ladung stark, so gebraucht man ein besonderes Werkzeug, den **Auslader**, einen metallenen Bogen mit einem Knopfe an jedem Ende, und einem nicht leitenden Handgriffe. Es entsteht hiebey ein Funke mit einem Knalle. Durch eine dem Knopfe entgegen gehaltene Spitze, in Verbindung mit der äußern Belegung, wird die Flasche allmählig entladen (677.). Legt man einen messingenen Ring um die äußere Belegung, und führt von demselben einen Drath aufwärts, so hoch als der Knopf der Flasche, und steckt auch auf denselben einen Knopf, so wird ein leichter Körper sich zwischen beiden hin und her schwingen, nachdem er anfangs von dem Knopfe der Flasche elektrisirt ist, und die Flasche allmählig entladen, auf dieselbe Art, wie ein schwingender Körper zwischen zwey ungleichartig elektrisirten Körpern (668.), zum Beweise, daß beide Glasflächen entgegengesetzte Elektricität besitzen.

688. Mehrere mit einander verbundene Flaschen machen eine elektrische **Batterie** aus. Die innern Belegungen aller Flaschen haben durch starke metallene Dräthe, welche die Knöpfe der Flaschen ins Kreuz verbinden, oder auf eine andere Art mit einander Gemeinschaft. Die äußern Belegungen der Flaschen sind auch mit einander verbunden, da der Boden des Kastens, in welchem sie stehen, mit dünnem Bley oder mit Stanniol belegt ist. Mit der Belegung des Bodens ist ein eiserner Haken verbunden, an welchem ein Drath hängt, der mit dem andern Ende an dem Auslader befestigt wird. Die innere Belegung jeder Flasche wird vermittelst eines Draths oder eines runden Stabes von dem Conductor einer Maschine elektri-

elektrisirt. Die Entladung geschieht durch den vorher gedachten Auslader, oder durch einen zu den anzustellenden Versuchen besonders eingerichteten. Mit einer Batterie kann man gewaltige Wirkungen hervorbringen, starken metallenen Drath glühend machen, dünnen schmelzen oder gar in Dämpfe auflösen, Thiere tödten, durch die gewaltsame Erschütterung stählerne Nadeln magnetisch machen, Magnetnadeln ihre Polarität zum Theil oder ganz nehmen, oder sogar ihre Pole umkehren, ein zwischen zwey Glasplatten gepreßtes Metall so ins Glas einschmelzen, daß es auf keine Weise davon getrennt werden kann. Mit der großen Teylerschen Elektrisirmaschine sind durch eine Batterie von 135 Flaschen, die fast eben so viel Quadratfuß belegte Fläche enthielten, Metalle oxydirt, und Metalloxyde wieder hergestellt worden. In der Folge sind Batterien von 225 Quadratfuß, und sogar von 550 doppelt belegten, angewandt.

689. Anstatt eines Gefäßes kann man auch eine Glastafel nehmen, die auf beiden Seiten mit Stanniol, nicht ganz bis zu dem Rande, belegt ist. Aus solchen Tafeln kann man auch eine Batterie zusammensetzen. Wenn man aus der einen Stanniolbelegung schmale Streifchen nach zweyerley Richtungen herausschneidet und sie elektrisirt, so fahren bey der Entladung Blitze heraus.

690. Durch eine Platte von Schwefel, Harz, Öl oder Luft kann man auf eine ähnliche Art einen elektrischen Schlag hervorbringen.

691. Durch bewegliche Belegungen kann man die Wirkung der Verstärkungsflasche oder Tafel auf eine lehrreiche Art zergliedern. Die Vorrichtung besteht darin, daß ein paar metallene Scheiben auf gläsernen

fernen Füßen einer Glasplatte beliebig genähert, und an sie dicht anschließend gebracht werden. Sie werden mit einem Leiter verbunden, wodurch die eine elektrisirt werden, die andere eine Ableitung erhalten kann. Wilke in Schweden (ein Deutscher von Geburt) hat zuerst Versuche dieser Art gemacht *). Die entladene Glasplatte wird ein geladener Elektrophor (692.). Die Glasfläche einer Leidner Flasche wird also wirklich auf beiden Seiten elektrisirt. — Zur Erläuterung dient noch folgender Versuch. Ein Glas werde mit Queckſilber zum Theil angefüllt, und auf der Außenseite mit einer leicht aufgeklebten Belegung versehen. Es verliert von seiner Ladung wenig oder nichts, wenn das Queckſilber ausgeschüttet, die Belegung weggenommen, und darauf dieſelben, oder andere wieder zugefügt werden, wenn nur keine Berührung beider zugleich geschieht.

Die Belegungen einer Flasche wirken als Leiter zugleich mit dem Glase als einem Nichtleiter. Das letztere befördert die Anhäufung der Elektricität. Da es dieſe aber schwer und nur stellenweise annimmt, so dienen die Belegungen bey der Ladung zur Zuführung und Verbreitung, bey der Entladung zur schnellen Verbindung der Elektricität von beiden Seiten.

Der Elektrophor oder Elektricitätsträger.

692. Der Elektrophor hat seinen Namen daher, daß man eine lange Zeit mit demſelben elektrisiren kann, ohne die Elektricität aufs neue erregen zu dürfen. Die einfachste Einrichtung ist folgende. In eine runde hölzerne oder metallene, mit Zinnfolie oder Goldpapier auswendig überzogene, Schüſſel, wenigstens

*) Abhandlungen der Schwed. Akademie der Wiſſensch. B. XXIV. 1762. S. 213. 253. insbeſ. §. 49.

stens von einem Fuß im Durchmesser, wird eine harzige Masse gegossen. Dazu nimmt man eine hölzerne, oder aus leichten Materien verfertigte, mit Zinnfolie überzogene Scheibe, oder eine metallene, die an seidenen Schnüren hängt. Diese Scheibe heißt der Deckel; die harzige Masse, oder was an ihrer Stelle genommen wird, der Kuchen; die Schüssel heißt die Form; diese und der Kuchen zusammen die Basis. Den Harzkuchen macht man durch Schlagen mit Pelzwerke oder mit Flanell elektrisch, legt den Deckel darauf, berührt diesen mit dem Finger, vortheilhaft auch zugleich den Rand der Form, hebt den Deckel an den seidnen Fäden in die Höhe, und es ist derselbe dadurch elektrisirt, so daß er ansehnliche Funken bey der Annäherung des Fingers giebt. Die Elektricität des Deckels ist der des Kuchens entgegengesetzt.

693. Die Erklärung dieser Erscheinungen ist folgende. In dem nicht elektrisirten Deckel sind beide Elektricitäten, die wir A und B nennen wollen, mit einander im Gleichgewichte. Die Elektricität des Kuchens, welche A heiße, theilt sich dem auf den Kuchen gelegten Deckel nicht mit, weil beide flache Körper sind (678.), aber sie wirkt durch Vertheitheilung (682.), oder beschäfftigt einen Theil der entgegengesetzten Elektricität B des Deckels, und macht die Elektricität A zum Theil frey. Bey der Berührung wird diese dem Körper der berührenden Person und dem Erdboden, mit Entstehung eines kleinen Funkens, mitgetheilt, oder wird durch die aus diesen übergehende B gebunden. Wird nun der Deckel an den seidenen Schnüren in die Höhe gehoben, so wird die vorher durch den Kuchen beschäfftigte Elektricität B frey, und theilt sich einem berührenden Körper durch

durch einen Funken mit, alles eben so wie oben (680.) in dem Versuche mit der Stange in der Nachbarschaft eines elektrisirten Körpers. — Die nicht isolirte Form und die untere Seite des Deckels enthalten gebundene Elektricität B, die durch die Elektricität A des Kuchens beschäfftigt wird. Bey der Berührung der Form, zugleich mit dem Deckel, wird ein Weg zur Vereinigung der freyen Elektricität eröffnet. Die letztere wird durch den stärkern Zug gegen die Elektricität A frey, und beide vereinigen sich, daher man einen erschütternden Schlag, wie von der Kleistischen Flasche fühlt, dagegen man bey der bloßen Berührung des Deckels einen schneidenden Funken erhält. Hierbey wird auch mehr A im Deckel frey und aus demselben gezogen, indem durch die Befreyung der gebundenen Elektricität B in der Form der Kuchen stärker auf den Deckel wirkt. Daher ist nun der Funke an dem aufgehobenen Deckel stärker.

694. Durch den Elektrophor kann man eine Flasche bequem laden. Man läßt den Funken aus dem aufgehobenen Deckel mehrmahls gegen den Knopf der Flasche schlagen, so lange, bis sie wenig mehr annimmt. Will man sie negativ laden, das ist, wenn die innere Belegung die Elektricität des Kuchens erhalten soll, so stellt man sie auf den Deckel, elektrisirt diesen durch Berührung mit dem Finger, zieht den Deckel mit der Flasche in die Höhe, und berührt den Knopf; ein Verfahren, welches man mehrmals wiederholt. — Überhaupt kann der Elektrophor die Stelle einer Elektrisirmaschine vertreten.

695. Wenn man mit dem Knopfe der positiv geladenen Flasche auf dem mit Leinwand geriebenen und seiner Elektricität beraubten Kuchen eine Figur, z. B. einen Buchstaben zeichnet, und diese darauf mit

einem Pulver von Harz, oder beſſer von Bernſtein, aus einem Leinwandſäckchen beſtreut, ſo erſcheint die vorher blind gezeichnete Figur aus artigen Büſcheln, faſt wie eine Bärenraupe, durch den darauf gefallenen Staub zuſammengeſetzt. Ein Punct hat das Anſehen einer ſtrahlenden Sonne oder Sterns mit Büſcheln. Beſchreibt man aber mit dem Knopfe der negativ geladenen Flaſche eine Figur, ſo erſcheint dieſe durch den darauf geflogenen Staub aus einigen Reihen groſſer und kleiner Perlen zuſammengeſetzt. Hier zeigt ſich ein neuer Unterſchied der beiden Elektricitäten. Dieſe Beobachtungen hat man Lichtenberg zu danken. Zu bemerken iſt, daß der geſchüttelte Harz- oder Bernſtein-Staub negativ elektriſch iſt.

Der Condenſator der Elektricität.

696. Der Condenſator iſt ein Werkzeug, wodurch man die allerſchwächſten Grade der Elektricität merklich machen kann, daher es auch Mikroelektrometer heißt. Es beſteht aus zwey Theilen, der Baſis, nämlich einer Platte von einer halbleitenden Materie (trocknem und reinen, wohl polirten, ebenen Marmor), und einem leitenden Deckel, den man an ſeidenen Schnüren oder an einem gläſernen Handgriffe aufheben und auf die Platte niederlaſſen kann. Beide Theile müſſen rund, eben und wohl auf einander paſſend ſeyn. Wenn der auf die Platte des Condenſators gelegte, nicht elektriſirte, Deckel mit einem ſchwach elektriſirten Körper in Verbindung geſetzt wird, ſo kann er von dieſem viel mehr Elektricität annehmen, als außer dieſer Lage, weil die Platte das Gleichgewicht zwiſchen dem Deckel und dem Körper ſtört, und gleichſam mehr Elektricität in den Deckel lockt. Alle Elektricität des Deckels, die auf die Bindung der ent-

entgegengesetzten in der Platte verwandt wird, verschwindet gewissermaßen, so lange der Deckel auf der Platte liegt. Daher kann der Deckel den schwach elektrisirten Körper ganz erschöpfen, anstatt daß er ohne die Platte ihm nur einen gewissen Theil nehmen könnte. Wird hierauf der Deckel abgenommen, so wird die angezogene Elektricität wieder frey, und bey der Berührung durch einen Funken sichtbar. Vermittelst Korkkügelchen, die durch Glas oder Harz elektrisirt sind, läßt sich die Beschaffenheit der mitgetheilten Elektricität erkennen. Eine leitende Platte würde dem Deckel seine Elektricität entziehen; auf eine nicht leitende würde die Elektricität des Deckels nicht wirken. Darum muß die Platte ein Halbleiter seyn.

697. Der Elektrophor und der Condensator unterscheiden sich in Rücksicht des Gebrauchs. An jenem bringt man Elektricität hervor, vermittelst des andern untersucht man die schon vorhandene; dort reibt man den Harzkuchen, hier elektrisirt man den Deckel durch Mittheilung von dem Körper, dessen Elektricität zu messen und zu bestimmen ist. Die Einrichtung läßt sich übrigens auf mehrere Arten abändern. Cavallo, Bennet und Nicholson haben Werkzeuge zur Vervielfältigung sehr schwacher Elektricitäten angegeben, um sie bemerkbar zu machen.

Die Elektrometer.

698. Ein Elektrometer ist ein Werkzeug, die Stärke und Beschaffenheit der Elektricität eines Körpers zu bestimmen. Das einfachste besteht aus zwey kleinen Kügelchen von Kork oder Holundermark an einem feinen Zwirnfaden. Diesen hängt man an dem elektrisirten Körper auf, z. E. an einem Conductor oder einer elektrisirten Stange. Die Kü-

gelchen nehmen an der Elektricität desselben Theil, und fahren aus einander. Hält man eine geriebene Glasröhre oder Siegellackstange in der Nähe der Kügelchen, so werden sie zurückgestoßen oder angezogen, nach dem ihre Elektricität mit der Elektricität dieser Körper übereinkommt oder entgegengesetzt ist. Die Elektricität muß nur beiderseits etwa gleich stark seyn. — Oder man hängt die Kügelchen an einem gläsernen, mit Siegellack überzogenen, Stäbchen auf, und bringt sie in die Nähe des elektrisirten Körpers.

Das Flaschen-Elektrometer des Cavallo enthält ein paar Korkkügelchen, an einem in den Hals gesteckten messingenen Stäbchen mittelst eines sehr feinen Silberdraths aufgehängt. In dem weitern Theile des Fläschchens sind ein paar Streifen von Zinnfolie geklebt, welche die ihnen von den Kügelchen beym Anstoßen mitgetheilte Elektricität ableiten. Es ist bequem und sehr empfindlich, zugleich zur Erforschung der Luft-Elektricität dienlich. — Das von Sauſſüre angegebene Elektrometer ist im Wesentlichen mit jenem übereinstimmend. Es hat oben einen Haken, um den Kügelchen Elektricität von entferntern Körpern durch einen Faden mitzutheilen.

699. Das Quadranten-Elektrometer von Henly dient, die Stärke der Elektricität bestimmter anzugeben. Eine kleine Säule trägt neben ihrer Mitte ein um eine Axe leicht bewegliches, sehr dünnes, Stäbchen mit einem Kügelchen. Sie wird auf den elektrisirten Körper gesetzt, und das Kügelchen wird nach Verhältniß der Stärke der elektrischen Kraft abgestoßen. Ein dabey angebrachter, in Grade eingetheilter, Halbkreis zeigt durch den Grad, auf welchen das Stäbchen erhoben wird, die Stärke der

Kraft

Kraft an, welche aber nicht dem Erhebungswinkel proportional ist.

700. Mehrere Elektrometer zu beschreiben, leidet der Raum nicht. Von einer andern Art sind diejenigen, welche die Stärke der elektrischen Funken und Erschütterungen zu messen dienen, oder Funken und Schläge von einer gewissen Stärke hervorbringen.

701. Die Elektricität der Luft beobachtet man mit einem Spielzeuge der Knaben, dem papiernen Drachen, dessen Schnur mit einem Kupferfaden durchwunden ist, und am untern Ende isolirt wird. Die Schnur giebt berührt fast immer Funken, zuweilen starke Schläge, daher man bey Gewittern sich damit in Acht zu nehmen hat. Man kann damit die Elektricität der Luft bis zu einer ziemlichen Höhe, als 600 Fuß, beobachten. Zu einem atmosphärischen Elektrometer ist auch eine lange leichte Stange mit ein paar isolirten Korkkügelchen brauchbar *). — Das Saussüresche Elektrometer dient durch seine Einrichtung mit dem Haken, die Elektricität der Luft bis zu einer Höhe von 50 oder 60 Fuß zu erforschen, vermittelst eines daran locker befestigten Fadens, mit einer metallenen Kugel, die in die Luft geschleudert wird. — Zu einer Folge von Beobachtungen gehört eine stehende Verbindung zweyer Stangen, von welchen die erste möglichst hoch über ein Gebäude hinausgeht, unten isolirt ist, und mittelst eines an einem Arme verschiebbaren Knopfes die Elektricität an einen auf gleiche Art an einer ableitenden Stange befindlichen Knopf abgiebt. Die Stärke der Elektricität beobachtet man durch einige dazu dienliche Vorrichtungen; bey starker Elektricität

*) Cavallo von der Elektricität. Th. IV. Cap. 1—3.

geben die Knöpfe gegen einander Funken oder gar einen Feuerstrom. *)

702. Durch viele Beobachtungen vermittelst des elektrischen Drachens hat Cavallo gefunden, daß die Luft immer elektrisirt ist, und zwar positiv, nur bey Regenwetter gewöhnlich negativ. Bey kalter Witterung ist sie es viel stärker als bey warmer; bey Nacht nicht schwächer als bey Tage; in höhern Luftschichten gewöhnlich stärker als in niedrigern. Wolken vermindern meistens die Elektricität des Drachens. Das Nordlicht hat keinen Einfluß auf dieselbe. Durch ein Luftelektrometer bestätigen sich diese Beobachtungen. Die Elektricität zeigte sich am stärksten bey dickem Nebel und bey Frost.

Vermischte Bemerkungen.

703. Aufbrausen und Ausdünstung erzeugt Elektricität. Wenn zu Eisenfeile in einem isolirten Gefäße verdünnte Vitriolsäure gegossen wird, so zeigt das Gefäß, vermittelst der Verbindung mit dem Condensator, oder auch mit einem empfindlichen Elektrometer, negative Elektricität. Eben dieses bemerkt man an einem isolirten irdenen Gefäße mit glühenden Kohlen, von welchen ein Drath nach dem Elektrometer geleitet ist. Überhaupt scheinen Körper durch Verdampfung positiv elektrisch zu werden, indem der Körper, womit sie zuletzt in Verbindung waren, negativ elektrisirt wird; und umgekehrt, wenn Dämpfe in tropfbare Form übergehen. Dieses kann in der Lehre von Regen und Dünsten Licht verschaffen.

704.

*) Grens Journal der Physik. Bd. 1. S. 219. 585. Dess. neues Journal II. 401. IV. 66., wo viele lehrreiche Beobachtungen angeführt sind.

704. In einigen Körpern wird Elektricität erregt, wenn sie aus dem Gefäße, worin sie geschmolzen waren, in ein anderes geschüttet werden. Das ist an Schwefel, Wachs, Siegellak, Chokolade wahrgenommen. Das Reiben der Theilchen kann es verursachen. Geschmolzener Schwefel wird auch in demselben Gefäße, unter gewissen Umständen, elektrisch.

705. An dem Turmalin, einem säulenförmigen Steine aus dem Geschlechte der Schörle, hat man bemerkt, daß er so wohl bey der Erwärmung als bey der Erkältung elektrisch wird, und zwar an den entgegengesetzten Enden auf entgegengesetzte Art. Die Elektricität wechselt, so daß dasjenige Ende, welches bey der Erwärmung positiv (negativ) ist, bey der Erkältung negativ (positiv) wird. Die elektrische Kraft der Pole dauert nur so lange, als der Stein wärmer oder kälter ist, als das ihn umgebende Mittel, z. B. die Luft, Wasser. Durch Erwärmung in siedendem Wasser erhält er die stärkste Elektricität. Wenn er auf glühende Kohlen gelegt wird, so zieht er die anliegende Asche wechselsweise an und stößt sie ab, daher er auch den Namen Aschenzieher führt. — Einige Topase, der Boracit, der krystallinische Gallmey, werden durch Erwärmung elektrisch.

706. In einer sehr verdünnten Luft zeigt das elektrische Licht schöne Erscheinungen. Ein gläserner Cylinder werde an beiden Enden mit messingenen Kappen verschlossen, durch welche ein Drath mit einem Knopfe hineingehe, die Knöpfe in einiger Entfernung von einander. Der eine Drath hat auswendig eine Spitze, der andere eine Kugel. Die Luft wird aus dem Cylinder gezogen, und die Spitze des einen Draths durch einen Glascylinder elektrisirt, so strömt aus der Kugel dieses Draths ein Lichtkegel, und der gegenüberstehende Knopf ist mit einer sich unterschei-

denden Lichtsphäre umgeben. Wird die Spitze negativ (durch das Reibzeug der Maschine) elektrisirt, so sind die Erscheinungen an den Knöpfen umgekehrt. Der Cylinder wird durch Glassäulen isolirt. Auch ohne Drath und Knöpfe wird eine Glasröhre mit verdünnter Luft, wenn sie von dem Leiter einer Elektrisirmaschine an dem einen Ende Funken erhält, inwendig ganz leuchtend. Man kann auf diese Art ein Nordlicht nachahmen. Wenn eine Kugel voll verdünnter Luft gerieben wird, so erscheint sie inwendig mit einem hellen Lichte erfüllt, aber sie wird nicht elektrisch. — Das Leuchten mancher Barometer ist ein elektrischer Funken, von dem Reiben des Queckſilbers am Glase. In einem völlig luftleeren Raume zeigt sich kein elektrisches Licht, und Barometer, in welchen das Queckſilber mehrmahls gekocht ist, leuchten nicht. Schon in einer äußerst verdünnten Luft ist die elektrische Erleuchtung und Anziehung beides schwach.

707. Aus einem engen gläsernen Heber, der das Wasser nur tropfenweise ausfließen läßt, rinnt es, wenn das metallene Gefäß mit dem Wasser elektrisirt wird, mit einem ununterbrochenen Strahle, wiewohl nicht mehr als in Tropfen. Die Anziehung des Wassers und des Glases wird durch die Elektrisirung beider vermindert oder aufgehoben. Man hat daraus geschlossen, daß die Elektricität gegen Stokkungen der Säfte und zur Beförderung der unmerklichen Ausdünstung im menschlichen Körper nützlich seyn möge. Auf den Blutumlauf hat die Elektrisirung einer isolirten Person, nach mehrern Versuchen, die van Marum mit der großen Elektrisirmaschine zu Haarlem angestellt hat, keinen Einfluß. Lähmungen können vielleicht bisweilen durch elektrische Erschütterung gehoben werden. Es ist aber behutsam damit

zu

zu verfahren. Zu der Erschütterung bedient man sich am bequemsten der Kleistischen Flasche, mit einer gewissen Vorrichtung, um die Schläge immer gleich stark zu machen. Das eine Ende des leidenden Gliedes wird mit dem Knopfe der Flasche, das andere mit der äußern Belegung, in Verbindung gebracht. — Eine in manchen schweren Zufällen sehr wirksame Art der Elektrisirung, von welcher man nichts zu befürchten hat, ist, die Elektricität von dem Leiter der Maschine durch eine metallene oder hölzerne Spitze dem leidenden Theile zuzuführen, oder aus der isolirten und elektrisirten Person durch einen stumpfen Drath zu ziehen. Das letztere dient besonders im Falle der Taubheit, der Ohrenschmerzen, des Zahnwehs, und sonst.

708. Man hat der Elektricität einen Einfluß auf den Wachsthum der Pflanzen und das Hervorkeimen der Samen zugeschrieben. Ingenhouß hat aber durch seine Versuche die Sache sehr zweifelhaft gemacht. Ein italienischer Naturforscher vertheidigt jene Meinung aufs neue. Achard hat Hühnereyer elektrisirt, und gefunden, daß die Jungen sich darin zu bilden anfingen. Auch hat man zu bemerken geglaubt, daß das Elektrisiren der Seidenraupen-Eyer für die daraus entstehende Brut vortheilhaft sey.

Theorie der Elektricität.

709. Eine Theorie der Elektricität soll nicht so wohl die innere Beschaffenheit dieser Kraft enthüllen, als vielmehr die mannigfaltigen Erscheinungen auf einige wenige, oder wo möglich auf eine allgemeine, zurückbringen. Sie ist also eine Abstraction des Allgemeinen, was in allen besondern Fällen vorkommt.

710. Der berühmte Franklin hat auch um die Lehre von der Elektricität so viele Verdienste, daß seine Vorstellung von der Beschaffenheit dieser Naturwirkung angeführt zu werden verdient. Er nimmt eine einzige elektrische Materie an, von welcher ein jeder Körper einen ihm angemessenen Antheil enthält, wenn er keine Elektricität zeigt. Wird ihm über dieses Maaß zugeführt, oder ein Theil entzogen, so ist er elektrisirt, in dem erstern Falle positiv, in dem andern negativ. Diese Voraussetzung macht den Grund der Franklinischen Theorie aus, die aber noch mehrere Nebensätze gebraucht, und in der That nicht so einfach ist, als sie anfangs scheint.

711. Es ist hier nicht der Ort, eine Kritik dieses Systems anzustellen, Nur ein paar Bemerkungen mögen ihre Stelle finden. Es ist befremdend, daß Körper, denen etwas entzogen ist, ganz ähnliche Wirkungen äußern, als diejenigen, die Überfluß haben. Negativ elektrisirte Körper scheinen keine Veranlassung zu haben, sich zurück zu stoßen, und positive, welche ungleiche Elektricität haben, müßten sich einander nähern, um den Überschuß des einen zu theilen, wenn gleich schwächer als in dem Falle, da der eine Mangel hat. Es ist auch übel, daß man nicht ausmachen kann, ob die Glaselektricität mit Recht als die positive angesehen werden könne.

712. Wenn wir es als einen philosophischen Grundsatz in der Naturlehre annehmen, daß jede Kraft ihre Gegenkraft zur Erhaltung des Ganzen und jedes Einzelnen haben müsse; ein Satz, den wir in der unbelebten Natur, in dem Organisationsreiche, in der Einrichtung der menschlichen Natur durchgehends befolgt sehen: so müssen wir hier auch zwey, zum Gleichgewichte mit einander bestimmte, elektri-

trische Kräfte annehmen. Wir können sie uns als höchst feine elastische Materien vorstellen, die zur Vereinigung mit einander streben, und alsdann ihre besondern Kräfte nicht äußern, aber dagegen auf andere Art wirksam sind, wie Säuren und Alkalien in den Mittelsalzen, oder das Oxygen und der Wärmestoff in der Lebensluft. In der Verbindung mit einander machen sie einen Bestandtheil des Körpers aus, und gehören mit zu dem System seiner Kräfte. Wird die eine dem Körper entzogen, oder durch äußere Ursachen unthätig gemacht, so zeigt sich die andere frey, und der Körper heißt elektrisirt. Die freye Elektricität geht in andere Körper über, in einige leicht, in andere schwerer. Jene lassen sie auch leicht fahren, diese schwer. Ein Körper, der viele Capacität für die zusammengesetzte elektrische Materie hat, gestattet ihr gleichsam nicht, eine von außen her rührende Anziehung zu erwiedern. Beide Materien wirken in der Ferne auf einander, und zwar ziehen sich ungleichnamig elektrisirte Körper einander an, weil ihre ungleichartigen elektrischen Materien zur Vereinigung streben; gleichartig elektrisirte stoßen sich aber ab, wie die Theile jedes elastischen flüssigen Körpers, die auch in der Entfernung auf einander wirken müssen, wenn der Körper nicht bey einer noch so geringen Entfernung seiner Theile unelastisch werden soll. Hieraus folgt das wichtige Gesetz der elektrischen Wirkungsräume (681.). Ein elektrisirter Körper beschäfftigt durch seine Kraft die entgegengesetzte eines andern benachbarten, und macht die der seinigen gleichnamige dadurch frey. Daß der Übergang unserer Materien aus einem Körper in einen andern durch die Luft mit Licht und Feuer begleitet ist, kann ohne nähere Kenntniß derselben nicht erklärt werden.

713.

713. Die aus beiden elektrischen Materien zusammengesetzte (Franklins einfache) kann aus einem Körper in einen andern übergehen, wenn die Capacität des einen vermindert, des andern vermehrt wird, oder wenn beide in einem Körper, als in der Luft bey Gewittern, plötzlich vereinigt, von demselben nicht gefaßt werden können. In Körpern, deren Theile ungleichartig sind, wie in den organischen, werden die beiden elektrischen Materien ungleichförmig verbreitet seyn, nach Maaßgabe der Capacität der Theile für dieselben. Wird diese geändert, so ist das Gleichgewicht jener gehoben. Dieses wird sich auch ereignen, wenn Körper, die ungleiche Capacität für die beiden elektrischen Materien haben, zur Berührung gebracht, oder durch schickliche leitende Körper verbunden werden.

Der Blitz und Donner.

714. Der Blitz und Donner sind elektrische Wirkungen, wofür sie noch vor Franklin unter uns Prof. Winkler in Leipzig im Jahr 1746 zuerst erklärt hat. Der Blitz zündet Gebäude an, tödtet Thiere und Menschen, zerschmettert große Bäume, geht durch die besten Leiter, die er auf seinem Wege antrifft, und zertrümmert nicht leitende Körper, oder unvollkommene Leiter, die ihm den Durchgang verwehren; er schmelzt Metalle, benimmt bisweilen den Magnetnadeln ihre Kraft, oder verkehrt ihre Pole, theilt auch wohl dem Eisen magnetische Kraft mit; alles Wirkungen, welche man durch die künstlich erregte Elektricität nachahmen kann. Der Unterschied liegt nur in der Stärke der Wirkungen. Noch mehr, man kann die Elektricität der Luft und der Wolken durch isolirte und spitzige metallene Stangen, oder

durch

durch den elektrischen Drachen (701.) aus der Höhe herabziehen, und damit jeden elektrischen Versuch anstellen.

715. Die Gewitter ereignen sich fast nur im Sommer, oder doch sonst nur nach warmen Wetter *), obgleich im Winter die Luft eben so stark elektrisch ist, als im Sommer. Kalte Luft isolirt zwar besser als warme, aber dieses dürfte im Winter die Anhäufung der Elektricität vielmehr begünstigen, und doch nicht verhindern, daß oft zwey elektrisirte Wolken, bey hinlänglicher Annäherung, sich gegen einander entladeten. Es müssen im Sommer noch besondere Ursachen vorhanden seyn, welche in den Wolken die Elektricität mit der Stärke eines Gewitters hervorbringen.

716. Diese sind ohne Zweifel theils die verschiedenen, durch die Wärme und das lebhaftere Licht der Sonne aufgestiegenen, Dünste (703.), theils die durch Mischungen derselben bewirkte Zerlegung des luftförmig gewordenen Wassers. Da das Wasser zerlegbar ist (461. 462.), so zerlegt es die Natur unter den gehörigen Umständen gewiß. Nur muß die Zerlegung durch doppelte Verwandtschaft geschehen, damit nicht das leichte brennbare Gas, wenn es ganz frey wäre, über die Region der Gewitterwolken emporsteigen

717. Der Blitz entsteht auf mehr als eine Art. Wenn von den verbundenen beiden elektrischen Materien in einer Wolke oder einem Luftraume die eine frey wird, so entladet sie sich in eine benachbarte Gegend

*) Der Blitz, welcher am 10. März 1750 den Thurm der Michaeliskirche in Hamburg entzündete, entstand nach neun auf einander gefolgten ganz vortrefflich warmen Tagen dieses Monaths, als das Wetter umschlug. Büsch vermischte Abhandlungen, Th. 2. S. 564.

gend der Luft, oder es geschieht dabey ein Übergang der entgegengesetzten Elektricität aus dieser in jene. Sind zwey Wolken, die eine positiv, die andere negativ elektrisch, so wird die Vereinigung beider elektrischen Materien aus ihnen einen viel stärkern Blitz verursachen. Diese Fälle kann man mit der Entladung eines elektrisirten Körpers durch einen unelektrisirten, oder durch einen entgegengesetzt elektrisirten, vergleichen.

718. In andern Fällen kann sich etwas ähnliches ereignen, wie bey der Entladung einer elektrischen Batterie. Die anfänglich zusammengesetzte elektrische Materie kann zersetzt werden, so aber, daß die beiden entgegengesetzten Materien durch die mit ihnen verbundenen Stoffe gebunden, und von der Vereinigung mit einander abgehalten werden, wie an der Leidner Flasche durch das Glas. In einer Mischung von Luft und Dünsten kann durch entgegengesetzte Anziehung der ungleichnamig elektrisirten Theilchen ein Gleichgewicht bleiben. So wie dieses aber gestört wird, entsteht ein Blitz, der nach den Umständen äußerst heftig werden kann. Sind in einer Wolke das Oxygen und Hydrogen getrennt vorhanden, so wird durch den Blitz, wie in dem Versuche (463.), aus beiden Wasser zusammengesetzt. Daraus erklären sich die starken erneuerten Regengüsse bey heftigen Blitzen und Donnerschlägen, welche schwerlich etwas anders als plötzliche Zusammensetzungen des Wassers seyn können.

719. Durch die Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten bey einem Blitzstrahle entsteht die zusammengesetzte elektrische Materie. Wird diese in großer Menge und nahe an der Erdfläche hervorgebracht, so fährt sie in die nächsten Körper, und zertrümmert oder entzündet sie, wenn sie schlechte Leiter

sind,

sind, schmelzt auch die sonst leitenden Metalle, wenn die Masse gering, und keine Verbindung mit andern einigermaßen leitenden Körpern vorhanden ist. Die Wirkung des Blitzes ist nicht auf die Stelle, wo der Blitzstrahl durchgeht, eingeschränkt, sondern erstreckt sich auf den ganzen Raum, in welchem sich die zusammengesetzte elektrische Materie verbreitet. Der Blitzstrahl mag in der Luft sich verlieren; ein Gebäude kann doch durch die Erschütterung von dieser Materie leiden, und Menschen können dadurch getödtet oder sehr betäubt werden. Enthält ein Gebäude leicht entzündbare Dinge, so kann es, auch ohne eigentlich vom Blitzstrahle getroffen zu werden, durch die schnelle Bewegung jener Materie in Brand gerathen. Das Zünden hängt von zufälligen Umständen ab. Musschenbroek führt einen Fall an, daß der Blitz in ein angefülltes Pulvermagazin geschlagen, zwey Fässer Pulver gänzlich zerstreut und doch nicht gezündet hat. Dieses wird bloß eine von der elektrischen zusammengesetzten Materie bewirkte Erschütterung gewesen seyn. Wird die Luft durch sie vertrieben oder sehr ausgedehnt, so ist sie selbst dadurch der Entzündung hinderlich.

720. Wenn Körper negativ elektrisch sind in Beziehung auf die Elektricität einer Gewitterwolke, so ist die Gefahr der Entladung größer, da ungleichnamig elektrisirte Körper stärkere Funken geben, als wenn nur einer derselben elektrisirt ist (668.). Durch die Vertheilung der Elektricität (679—682.) wird der Erdboden gegen eine sehr nahe Gewitterwolke negativ elektrisch, so daß dem Blitze, der aus jener fährt, ein Strahl aus dem Boden entgegen kommen mag (674.).

721. Der Blitz ist manchmahl ohne Donner, wie bey dem Wetterleuchten, einer einfachen Entla-

ladung, die nach oben geht, weil wir es nur nahe beym Horizonte wahrnehmen, wo wir eine Luftschichte nach ihrer Dicke sehen können. Auch bey schweren Gewittern pflegen sich diese Blitze neben den donnernden zu zeigen.

722. Der Donner entsteht, wie überhaupt ein Schall, durch die erregte schwingende Bewegung der Luft. Der einfache Donnerschlag hat viele Ähnlichkeit mit dem Verpuffen brennbarer Luft; der rollende entsteht durch fortgesetzte Entladungen, oder durch Zurückwerfung von Körpern auf der Erde oder von den Wolken selbst, über welche die Schwingungen der Luft hinfahren; der heftig prasselnde von einer starken Entladung mit kurzen schnellen Absätzen.

723. Auf der Eigenschaft der Metalle, die Elektricität auf das leichteste in sich fortzuleiten, beruhen die für die Sicherheit der Gebäude und Menschen so nützlichen Blitzableiter. Man errichtet auf dem Dache eine hervorragende, spitzig zulaufende, eiserne Stange *), und läßt von derselben einen metallenen (am

*) Einige halten die spitzen Ableitungsstangen für gefährlich, die meisten aber empfehlen sie, weil sie die Gewitterwolken als geladene Conductoren ansehen, welche von spitzigen Körpern schon in einer beträchtlichen Entfernung ohne Schlag und Funken allmählig entladen werden. Allein von unsern Modellen einer Wolke darf man auf das unendlich viel größere nicht schließen. Hier wird die Wirkung einer Ableitungsstange unendlich klein, und es ist ganz gleichgültig, ob sie spitz oder stumpf ist. Man kann aber die Auffangungsstangen ganz entbehren. In der kleinen Entfernung der Wolke, worin die Stange wirksam seyn könnte, sind alle Theile des Gebäudes in ihrem Wirkungsraume, und bey einer Entladung der Wolke thut eine Metall-Leitung ohne die Stange gleiche Dienste. Sollte sie sich nicht entladen, so ist es gar nicht nöthig, von ihrer Elektricität etwas auf das Gebäude zu ziehen.

(am beſten kupfernen) drey bis vier Zoll breiten Streifen außen an dem Gebäude herabgehen. Der Streifen muß ſo wohl mit der Auffangungsſtange als in ſeinen Theilen vollkommen an einander ſchließend ſeyn, um alles Abſpringen von Funken zu verhüten. Man kann den Streifen ohne Gefahr an den Theilen des Gebäudes unmittelbar annageln, weil der elektriſche Strom eine ſo gute Leitung, wie Metall iſt, nicht verläßt. An der größern Oberfläche eines ſolchen Streifens fährt derſelbe freyer herab, als an einer runden Stange; flaches Metall iſt auch leichter an einander zu fügen, und ſchicklicher am Gebäude anzubringen als Stangen. Wo ein metallener Streifen ſich nicht bequem anbringen läßt, nehme man einen meſſingenen oder kupfernen Drath, etwa von der Dicke einer Schreibfeder, oder flechte zwey bis drey ſolcher Dräthe zuſammen. An einem langen Gebäude bringt man mehr als einen Ableiter an, und verbindet ſie vermittelſt einer metallenen Belegung des Forſts oder auf andere Art mit einander. An dem Erdboden wird der Leiter etwa 6 Fuß tief abwärts von dem Gebäude geführt. Man kann den Leiter auch an der Erdfläche aufhören laſſen, um eine mögliche Erſchütterung des Gebäudes zu verhüten, und nur das zugeſpitzte Ende mit einem Winkel von dem Gebäude abbiegen. Dieſe Einrichtung empfiehlt Hr. Reimarus in ſeiner wichtigen Schrift vom Blitze (Hamburg 1778.). — Auf Schiffen, wo die Wirkungen des Blitzes am fürchterlichſten ſind, führt man einen Kupferdrath einige Fuß hoch über den höchſten Maſt hinaus, leitet ihn über das Verdeck und an der Wand des Schiffes fort, und läßt ihn ſich ins Waſſer endigen.

724. Zur Sicherung einzelner Perſonen vor den Wirkungen des Blitzes dienen folgende

Vorschriften. In einem Gebäude hat man die Stellen zu vermeiden, wo sich abgesondertes Metall oder Vergoldung befindet, selbst die Nachbarschaft des Eichenholzes. In der Mitte eines geräumigen und hohen Zimmers befindet man sich am sichersten. Da die Luft kein elektrischer Leiter ist, wenn sie nicht feucht oder erhitzt ist, so braucht man sich nicht zu scheuen, Fenster oder Thüren zu öffnen. Die eingesperrte Luft macht beklommen, und vermehrt die Ängstlichkeit furchtsamer Personen. Aufsteigende Dämpfe und Rauch sind Leiter des Blitzes, der daher bisweilen durch die Schorsteine zum Feuerheerde geführt wird, weßwegen man sich von dem Feuerheerde zu entfernen hat, wenn auf demselben Feuer brennt. Auf dem Felde suche man nicht Schutz unter einem Baume oder neben Korngarben und Heuhaufen. Am besten stellt man sich 15 bis 20 Schritte von einem oder mehrern Bäumen. Zu Pferde oder auf einem offenen Wagen ist man in Gefahr; man muß absteigen und nicht zu nahe bey den Pferden bleiben.

725. Das St. Elms-Feuer, oder Castor und Pollux, sind schwirrende Flämmchen, die sich, bey starkem Winde, bisweilen an den Mastspitzen eines Schiffes, oder an den Enden der Segelstangen, zeigen. Es sind Wirkungen der Luftelektricität, da eine Spitze gegen einen elektrisirten Körper gehalten auch ein leuchtendes Kügelchen oder Büschelchen zeigt. Auch an den Spitzen der Kreuze oder anderer Stangen auf Thürmen bemerkt man bisweilen dergleichen.

726. Ein Hagelwetter ist eine Luftbegebenheit, die sich nur bey Gewittern ereignet, oder bey sehr stark elektrisirten Wolken, und zwar allein in den warmen Monathen, sehr selten im Winter, und alsdann desto heftiger mit schwerem Donnerwetter. Fast alle-

zeit

zeit ist der Hagel mit einem starken Winde begleitet. Vorher ist die Luft gewöhnlich sehr schwül, nachher abgekühlt. In einer sich nähernden Hagelwolke hört man ein starkes Getöse, als wenn Steine an einander stießen. Vermuthlich befindet sich die Hagelwolke zwischen zwey auf entgegengesetzte Art elektrisirten Wolken in einer nicht elektrisirten Luftschicht, oder eine Schneewolke wird unter einer großen, sehr stark elektrisirten, Wolke fortgetrieben. Das Getöse der Hagelkörner entsteht von dem wechselnden Anziehen und Abstoßen, wie in den Versuchen (683. 687.). Die Erkältung der Wolke, wodurch die wässerichten Theile gefrieren, und sich um die Schneeklümpchen als Eis anlegen, würde eine Wirkung der Elektricität seyn, so wie gewöhnlich nach einem Gewitter die Luft kühl wird. Der Hagel fällt strichweise, in einem kleinen Bezirke, der gegebenen Erklärung gemäß. In den Zwischenzeiten zwischen Sommer und Winter, besonders im Frühjahre, fällt der Graupenhagel, der zwischen Schnee und Hagel ein Mittel ist.

Der Galvanismus.

727. Die Lehre von der Elektricität ist seit kurzem mit wichtigen Erscheinungen bereichert, und in neue Verbindung mit der Chemie und Physiologie gesetzt worden. Diese merkwürdige Erweiterung entstand aus den Versuchen des Prof. Galvani zu Bologna *). Zuerst bemerkte dieser zufällig, daß in den Muskeln eines todten und abgehäuteten Frosches eine merkliche Zuckung erfolgte, als aus dem Conductor einer nahe stehenden Elektrisir-Maschine ein Funke gezogen ward, indem jemand ein spitziges Instrument gegen die Nerven der Schenkel hielt. Seine

*) Er ist im Jahre 1798 gestorben.

Versuche über diese Erscheinung veranlaßten, gleichfalls zufälliger Weise, eine neue Entdeckung, die der Grund vieler andern geworden ist.

728. Diese ist, daß durch Vermittelung zweyer ungleichartigen Metalle, eines an den entblößten Nerven, des andern an den zugehörigen Muskeln eines von dem Körper abgelöseten Gliedes, so wie die Metalle zur Berührung gebracht werden, eine krampfhafte Bewegung entsteht. Dieser Versuch läßt sich auf mancherley Art erweitern. Zwischen dem Muskel und Nerven kann man eine Kette von mehrern erregenden Körpern wiewohl nicht in jeder Folge, stellen, welche man galvanische Leiter nennt, als außer den Metallen auch Kohlen, Stücke von Muskelfleisch, nasses Tuch, nasse Pappe, Menschen. Die Metalle (oder andere Körper) worauf man die Nerven und Muskeln legt, oder die man um sie wickelt, heißen die Armaturen. Es ist nicht immer nöthig, daß diese Metalle ungleichartig seyn. — Glas und harzige Materien leiten auch hier nicht.

729. Galvanismus ist nun diejenige Erscheinung an thierischen Theilen, da ihre Nerven und Muskeln durch die Berührung mit gewissen, zwischen dieselben gebrachten, Körpern noch im hohen Grade reizbar erscheinen, ob sie gleich gegen jedes mechanische oder chemische Erregungsmittel unempfindlich sind. Galvani suchte die Ursache in einer eigenen thierischen Elektricität. Es ist wegen der in (727.) angeführten Versuche nicht nöthig, hier ein anderes Erregungsmittel anzunehmen als die allgemeine Elektricität, deren Wirkung durch die organische Einrichtung besondere Bestimmungen erhält. Es kommt hier auf die besondere Capacität der Nerven, der Muskeln und der Excitatoren, für die elektrischen Materien (713.) an.

Volta's elektrische Säule.

730. Durch die galvanische Kette zwischen Nerven und Muskeln ist der Erfinder und Verbesserer mehrerer elektrischen Werkzeuge, Volta, noch auf einen elektrischen Apparat geleitet, der gleich Anfangs ganz unerwartete Erfolge gezeigt hat. Die elektrische Säule (Elektromotor, galvanische Batterie) besteht aus einer unbestimmten Anzahl metallener Platten zweyerley Art, in wechselnder Folge mit befeuchteten Scheiben von Tuch oder Pappe zwischen je zweyen, als Kupfer, Zink, feuchte Scheibe; K. Z. f. Sch.; K. Z. f. Sch.; u. s. f., zuletzt Kupfer, Zink. Statt Kupfer dient noch besser Silber. Zum Anfeuchten nimmt man Salzwasser, oder eine alkalische Lauge, wenn Zinn statt Zink genommen wird. Die metallenen Scheiben mögen auf einander gelöthet werden. Die unterste Scheibe erhält einen hervorragenden Theil mit einem Haken; die oberste einen Stift mit einem Knopfe. — Die Ordnung mag man auch umkehren.

731. Der Becher-Apparat ist eine ähnliche Vorrichtung, eine Reihe von Gläsern, die mit einer Salzauflösung angefüllt sind. In jedes wird eine Silberplatte und eine Zinkplatte gelegt, die sich nicht berühren dürfen. Jede Platte hat einen verlängerten Streifen, wodurch die Platten in zweyen Gläsern sich in Verbindung setzen lassen, so daß das Zink in jedem Glase das Silber in dem nächst folgenden berührt. Dieser Apparat ist zu gewissen Versuchen bequemer als der erstere.

732. Wenn man vermittelst eines Condensators und Elektrometers den elektrischen Zustand der äußersten Scheiben der Säule untersucht, so findet sich die Zinkscheibe positiv (wie Glas) elektrisirt, die Kupfer-

ſcheibe negativ. Bey einem einzelnen Scheibenpaare findet ſich dieſes auch, nur viel ſchwächer.

733. Man befeſtige an den äußerſten Scheiben einen ſehr feinen Metalldrath, nähere die Enden mittelſt iſolirter Angriffe einander, ſo fahren ſie in einem gewiſſen Abſtande auf einander zu, und hängen ein wenig zuſammen.

734. Man benetze beide Hände wohl mit einer Salzauflöſung, oder noch beſſer mit einer von Salmiak, berühre die beiden äußerſten Scheiben jede mit einem metallenen runden Stäbchen, ſo erhält man in dem Augenblicke der Berührung eine ähnliche Erſchütterung wie die von einer Leidner Flaſche; und bey Wiederholungen ebenfalls, ſelbſt noch ſtärkere, bis zu einem gewiſſen Grade, worauf ſie wieder abnimmt, und zuletzt ganz ausbleibt.

735. Vermittelſt zweyer metalliſcher Dräthe mit einem Knöpfchen, die an den äußerſten Scheiben befeſtigt ſind, erhält man auf der Zunge einen Geſchmack, der an dem von der Zinkſcheibe ſäuerlich, an dem andern etwas alkaliniſch zu ſeyn ſcheint. — Liegt der Sehenerve oder einiges von ſeiner Veräſtelung zwiſchen den Knöpfchen, ſo empfindet man ein Leuchten, das man den galvaniſchen Blitz nennt. In die Ohren gebracht erregen die Conductoren ein ſehr empfindliches Brauſen und Krachen.

736. Die elektriſche Säule behält nur einige Tage ihre Wirkſamkeit. Denn die Zink- und Kupferplatten oxydiren ſich, das Waſſer und das Salz werden zerſetzt. Darum müſſen die Platten zum jedesmahligen Gebrauch durch Abſchleifen wieder hergeſtellt werden. Durch Abhaltung der Verdünſtung mit-

mittelst einer Umgebung mit Wachs oder Harz wird die Wirksamkeit länger erhalten.

737. Man leite die beiden kupfernen Dräthe in eine gläserne, mit Wasser gefüllte, und durch Korkstöpsel verschlossene Röhre, und bringe sie bis etwa 3 Linien an einander. Die Spitze des mit der äußersten Kupferscheibe verbundenen Draths bedeckt sich mit Blasen, welche sich allmählich vergrößern, und in die Höhe steigen. Der mit der äußersten Zinkscheibe verbundene Drath läuft an, wird dunkelorange und dann schwarz, oder oxydirt sich. Wenn das Gas durch eine Öffnung an der Röhre herausgelassen wird, so entzündet es sich an einem daran gehaltenen brennenden Faden, ist also brennbares Gas.

Das Wasser wird folglich zersetzt, indem die eine der beiden elektrischen Materien von der Kupferseite her sich mit dem Hydrogen desselben verbindet, die andere von der Zinkseite her mit dem Oxygen des Wassers. Dieses oxydirt nun den zugehörigen Drath. Diese Zersetzung geschieht leichter als die in (464.) angeführte.

738. Die Röhre werde in Gestalt eines V gebogen, in beide Schenkel werde ein Golddrath durch den Korkstöpsel bis zu der Spitze des Winkels nahe zu einander gebracht, so entwickelt sich in beiden Schenkeln jedes Gas besonders. Das von der Silberseite (bey silbernen Scheiben in der Säule) besteht größtentheils aus Hydrogen, das von der Zinkseite aus Oxygen.

739. Eine Lackmußtinctur, in die Röhre gebracht, wird durch den Drath von der Zinkseite, so weit er reicht, roth gefärbt. Es wird also Oxygen entbunden, und Säure erzeugt. Werden Silberdräthe ge-

genommen, so wird der übrige Theil der Flüssigkeit an der Silberseite dunkelblauer, wie durch ein Alkali (250.). Man erinnere sich, daß das Wasser sich nicht ganz von Luft befreyen läßt (447. 443.), und daß das flüchtige Alkali zu einem Bestandtheile atmosphärische Stickluft hat (260.). Die mit dem Wasser verbundene Luft wird durch die eine elektrische Materie, welche sich mit dem Oxygen verbindet, zersetzt, und der Stickstoff wird frey. Dieser verbindet sich nun mit dem Hydrogen aus dem Wasser, und bildet damit flüchtiges Alkali, oder überhaupt einen alkalischen Stoff.

740. Aus metallischen Auflösungen wird das Metall wieder hergestellt, einiges in krystallinischer Form. Es setzt sich an das Ende des Draths von der Silberseite. Das Oxygen hat demnach mehr Verwandtschaft zu der einen elektrischen Materie als zu dem Metalle. In einem Versuche, worin sich dieses sehr nett zeigte, waren beide Dräthe von reinem Silber *).

741. Die Scheiben zu der Säule pflegen etwa von der Größe und Dicke eines preußischen Thalers oder eines Laubthalers genommen zu werden. Man hat auch beträchtlich größere Platten versucht, unter andern vierseitige, jede von 11 Zoll Par. Maaß die Seite, so wohl von Kupfer als von Zink. Diese hat man in vier gleiche getheilt, jede also von $5\frac{1}{2}$ Zoll in der Seite, um zweyerley Säulen von gleichem Flächen-Inhalte der Platten errichten zu können. Die mit viertheiligen Platten bestand aus 8 Paaren, die mit eintheiligen aus 32. An jener war die Entzündung und das Funkenwerfen sehr lebhaft, aber sie erregs

*) Gilberts Annalen d. Physik. VI. 365.

regte eine nur sehr schwache Erschütterung, und zersetzte das Wasser langsam. Diese bewirkte nur schwaches Glühen und Schmelzen, gar kein Entzünden; dagegen aber viel lebhaftere Erschütterung, und viel schnellere Zersetzung des Wassers. — Man hat noch einige Apparate erfunden, um die durch Berührung ungleichartiger Körper entstehende Elektricität sehr zu verstärken.

742. Die Menge und Neuheit dieser Versuche macht, daß man mit der Theorie derselben noch nicht aufs Reine gekommen ist, oder sie wenigstens nicht leicht faßlich machen kann. Ich wage also nicht, mich darauf weiter, als bis auf die wenigen vorher eingestreuten Bemerkungen, einzulassen. Vorher hat man sich deutlich, bestimmt, und hypothetisch befriedigend über die ältern elektrischen Erscheinungen zu erklären. Nimmt man zwey Materien dafür an, so möchte auf die verschiedene Capacität der Körper für dieselben eine Theorie gegründet werden können.

Die Mineralogie.

1. Die Mineralogie betrachtet die nicht organisirten festen Körper, so wie sie die Natur liefert, so wohl nach ihren äußern als innern Unterschieden, und sucht sie nach ihren Kennzeichen in eine faßliche Ordnung zu bringen. Mit dieser Untersuchung hängt die Betrachtung der Lagerstätte der Mineralien zusammen, welche aber auch als ein Theil der physischen Geographie angesehen werden kann. Hier wird bloß von den Mineralien selbst gehandelt werden.

2. Äußere Unterscheidungszeichen der Mineralien sind die äußere Gestalt und die Farbe, das eigenthümliche Gewicht, der Grad des Zusammenhanges der Theile, die Beschaffenheit des Innern auf dem Bruche uud die Gestalt der Bruchstücke, die Durchsichtigkeit, das Anhängen an der Zunge, der Geruch, der Geschmack, die Art, wie sie sich anfühlen lassen, und noch einige andere sinnliche Kennzeichen.

3. Die innern Unterschiede beruhen auf den Bestandtheilen und den Verhältnissen ihrer Mischung. Diese sind ohne Zweifel die wichtigsten. Die Zerlegung der Mineralien in ihre einfachen Bestandtheile, die in dem fünften Abschnitte der Naturlehre beschrieben sind, ist ein Geschäft der Chemie. Mit diesen innern Unterschieden hat man die äußern zu verbinden, da man selbst die chemisch schon bekannten Mineralien nur durch äußere Merkmahle unterscheiden kann. Als Unterscheidungsmittel dienen auch das

Ver-

Verhalten gegen Wasser, die Säuren, die Luft, das Feuer, die magnetische Kraft und die Elektricität.

4. Sehr wenige oder vielleicht gar keine Mineralien bestehen aus einem einfachen Stoffe, nämlich in so fern einfachen, daß die Kunst denselben nicht in ungleichartige auflösen kann. Aber die ungleichartigen Stoffe sind oft chemisch oder so innig verbunden, daß man durch das Gesicht oder durch eine mechanische Zerkleinerung sie nicht unterscheiden kann. Diese heißen mineralogisch-einfache Fossilien. In andern entdeckt man leicht die ungleichartigen Theile, z. B. an manchen Gebirgsarten. Diese Fossilien oder Mineralien nennt man gemengte.

5. Die Mineralien theilt man in vier Hauptclassen ein: Salze, Erde, Metalle, und brennbare Körper. Den Eintheilungsgrund geben die in der Naturlehre beschriebenen Hauptgattungen der einfachen Stoffe. Die Körper werden zu derjenigen Classe gerechnet, welche ihnen ihre durch die Menge oder Wichtigkeit vorzüglichen Bestandtheile anweisen. Die Anordnung der Classen ist etwas willkürliches, wenn die einfachen Stoffe als bekannt vorausgesetzt werden.

6. Die systematische Stellung der Mineralien ist in der Classe der Erden und Steine am meisten von Wichtigkeit, weil diese Classe an Gattungen oder Geschlechtern zahlreicher ist, als alle übrigen zusammen. In den andern Classen sind die Gattungen isolirt; in der Classe der Erden giebt es natürliche Familien, zufolge derjenigen Erdart, die in mehrern Steinen einen Hauptbestandtheil ausmacht; oder weil sie in ihrem äußern Verhalten Ähnlichkeiten zeigen. Man kann selbst, zufolge der Mischungen gewisse Übergänge von einer Steinart zur andern bemer-

merken. Freylich giebt es hier auch Schwierigkeiten, deren Anzeige bis zu der Abhandlung der Erden verspart werden soll.

7. Da die einfachen Bestandtheile schon in der Naturlehre nach ihrem Verhalten beschrieben sind, so ist hier nur übrig zu zeigen, in welchen Gestalten und Mischungen sie in der Natur selbst gefunden werden. Seit kurzem sind aber sehr viele neue Arten von Mineralien aufgestellt, daß es nicht möglich ist, sie alle auch nur mit den bloßen Namen anzuführen, sondern es muß genügen, von den wichtigsten Arten eine kurze Beschreibung zu erhalten.

I. Die Salze.

8. Das mineralische Alkali (Naturl. 254.) findet man selten in Krystallen, gewöhnlich als feine Wolle, die auf der Oberfläche des Erdbodens, bey trockner Witterung, ausschlägt, und oft beträchtliche Strecken, wie Reif oder Schnee, bekleidet, in Ungarn, Syrien, Bengalen, Sina, Ägypten, dem südlichen Amerika. Dieses natürliche mineralische Alkali heißt Natrum *). — Das flüchtige Alkali (Naturl. 258.) findet sich als Bestandtheil im natürlichen Salmiak, bisweilen in einigen Erdarten, in Erdharzen, vornehmlich in einigen Gattungen von Steinkohlen.

9. Das Glauberische Salz (Naturl. 259.) ist aufgelöset in mehrern Gesundbrunnen, den meisten Salz-

*) Aus Fezzan in dem nördlichen Afrika erhält man über Tripoli ein solches, Trona dort genannt. Es ist in Kuchen, 3 bis 4 Zoll dick, und strahlicht von oben bis unten. Forsters Magazin von Reisebeschr. V. 292. Crells chem. Journal. Th. I. S. 164.

Salzquellen, in den sibirischen und persischen Salzseen oft so reichlich, daß es in Krystallen am Ufer anschießt. Auf der Erdfläche findet man es selten anders als in mehlichter Gestalt, besonders in der Nähe von Steinsalz.

10. Der Alaun (Naturl. 338.) wird nicht selten schon ganz gebildet, mehr oder weniger rein (natürlicher Alaun), bey feuerspeyenden Bergen, und in der Nähe von Stein- und unterirdischen Holzkohlen angetroffen, am häufigsten als weißes Mehl, wie in der Solfatara bey Neapel, auch fasericht, Federalaun und Haarsalz. So in der Alaungrotte bey Capo di Miseno in derselben Gegend. Auf der Insel Milo im griechischen Meere ist eine ganze Höhle mit Alaun überzogen. Der meiste Alaun wird aus den Alaunerzen, oder solchen Fossilien, die Thon und Schwefel enthalten, durch Rösten, oder durch Verwittern an der Luft, Auslaugen und Abrauchen gezogen. Das reinste Erz ist der römische Alaunstein oder schwefelgesäuerte Thon, der bey Civitavecchia im Kirchenstaate hohe, mit Quarzgängen durchsetzte, Berge ausmacht. Der Alaunschiefer ist ein Thonschiefer, der viele Schwefelsäure nebst Schwefelkies (Schwefel und Eisen) und Erdharz enthält. In einigen Gegenden findet man in ganzen Flözen *) alaunhaltiges erdharziges Holz.

11. Das Bittersalz, oder das erdige Mittelsalz aus der Talk- oder Bittersalzerde (Naturl. 342.) mit

*) Ein Flöz ist ein Steinlager, welches in Ansehung anderer Lager eben desselben Gebirges ungleichartig ist, oder doch etwas ungleichartiges bey sich führet. Flözgebirge, die niedrigsten Gebirge, bestehen aus abwechselnden parallelen Lagen von unterschieden Erd- und Steinarten, die gewöhnlich ziemlich horizontal sind.

mit der Schwefelsäure, findet sich so wohl aufgelöset in Bitterwassern, als auch bisweilen in Gestalt eines Mehls, oder gleichlaufend fasericht, oder in feinen Krystallen auf Bergarten, welche zum Theil daraus bestehen. Gewöhnlich ist es ein innig verbundener Bestandtheil gewisser Steinarten.

12. Vitriole sind Verbindungen der Schwefelsäure mit einem oder gewöhnlich mit mehrern Metallen. Sie haben einen herben Geschmack; bilden leicht Krystalle, die aber an der Luft zerfallen; zergehen im Feuer, und werden zuletzt ganz hart, ohne ihre Säure ganz fahren zu lassen. Der gemeinste Vitriol ist der Eisenvitriol (Naturl. 265). Man findet ihn natürlich, bey feuerspeyenden Bergen, bey Steinkohlen und in Eisengruben; der meiste wird aus Erzen gezogen, besonders aus den Schwefelkiesen, welche am tauglichsten sind, wenn sie an der Luft leicht verwittern, sonst aber eine Röstung nöthig haben. Der Atramentstein, welcher fast ganz im Wasser auflöslich ist, und wie Dinte schmeckt, enthält den Vitriol schon ausgebildet. — Der Kupfervitriol (Naturl. 372.), hochblau von Farbe, ist nicht so häufig als der Eisenvitriol, selten natürlich, wittert entweder aus Kiesen aus, oder ist in Wässern aufgelöset, aus welchen das Kupfer durch Eisen niedergeschlagen wird. So erhält man das vorzügliche Cementkupfer. Schwefelsaure Kupfererze werden durch Rösten und Schmelzen zubereitet, daß der Vitriol daraus ausgelauget werden kann. — Der Zinkvitriol (Naturl. 376.), von weißer Farbe, findet sich selten krystallisirt; vorzüglich wird er zu Goslar aus zinkischen Kupfer- und Bleyerzen gewonnen.

13. Der Salpeter (Naturl. 292.) wird selten natürlich angetroffen, nur in einigen wärmern Ge-

gen-

genden von Asien und Amerika, in Spanien, in dem südlichen Italien, wo in Kalksteinhöhlen bey Molfetta in Apulien der Salpeter in großer Menge ausschlägt und sich bald wieder erzeugt.

14. Das Kochsalz (Naturl. 302.) wird in vielen Ländern in Flözgebirgen, als Steinsalz, in festen Lagen, mit Thon, bituminösem Schiefer, Gypsstein bedeckt oder gemengt, häufig in der Nachbarschaft des Gypses, angetroffen, in mancherley Gestalten, am häufigsten ohne bestimmte Bildung, oft blättericht, auch wohl würflicht; gewöhnlich weiß oder grau, auch schwärzlich, roth und blau gefärbt. Das klare und reine ist unmittelbar zum Gebrauche dienlich; das gefärbte muß, wenn er mit zu vielem Thone oder Gypse gemengt ist, zuvor versotten werden. Die Salzstöcke bey Wieliczka in Gallizien erstrecken sich in der Weite und Tiefe ungemessen weit.

15. Der Salmiak (Naturl. 258.) findet sich natürlich besonders in vulkanischen Gegenden, auch in einigen Ländern Asiens, als Persien, der Tatarey, Tibet, als Rinde oder lockeres Salz auf Steinen und in Erden.

16. Der rohe Borax (Naturl. 304.) kommt unter den Namen Tinkal, Pounxa, Borech, aus Ostindien und Persien, und wird in Europa, eigentlich in Holland, zu dem käuflichen Borax raffinirt. Am häufigsten findet er sich in einer Gegend von Tibet, in einem schmalen von Schneegebirgen umgebenen Thale, in stehendem Wasser, worin er von selbst anschießt; sonst auch in reiner und trockner Gestalt, Mannakörnern und Bohnen ähnlich, oder in kleinen zugespitzten Eckſäulen, ferner in einem mit Erdharze durchdrungenen Mergel oder anderer Erde. Diejenige Art des rohen ostindischen Borax, die man

Tin-

Tinkal nennt, ist in einer schmierigen Feuchtigkeit eingewickelt, um die Krystallen gegen die Verwitterung auf der See zu schützen; die tibetische Pounxa (eine chinesische Benennung) besteht aus Krystallen, mit einer weißgraugelblichen Erde (Mergel) vermischt. — Die Boraxsäure oder das Sedativsalz ist in Toskana, theils in einem stehenden Wasser, theils in trockner Gestalt, gefunden.

II. Die Erden und Steine.

17. Die Erden und Steine werden nach den einfachen Erdarten eingetheilt. Allein es ereignen sich hier Schwierigkeiten von mehr als Einer Art.

Erstlich, die einfachen Stoffe verlieren in der Zusammensetzung ihre Eigenschaften in so weit, daß durch die gegenseitige Wirkung auf einander ihre besondern Kräfte gebunden werden, und daß der zusammengesetzte Stoff ein Verhalten äußert, welches das Resultat der Mischung ist. Daher werden die Charaktere der einfachen Erdart, zu welcher man einen Körper rechnet, sich oft nicht bey diesem finden; oder die Geschlechter werden nicht den Charakter der Classe haben, wie es doch zu einer systematischen Eintheilung erfordert wird. Gyps z. B. brauset nicht mit Säuren, wie die bloß luftsaure Kalkerde, und verhält sich im Feuer ganz anders als der gemeine Kalkstein. Thonerde und Kieselerde geben durch ihre chemischen Mischungen Producte, welche so wenig der einfachen Thonerde als der Kieselerde ähnlich sind.

Zweytens, wenn man auch gleich den Classen weiter kein unterscheidendes Merkmahl giebt, als daß die zu einer Classe gehörigen Steine eine gewisse Erdart vorzüglich enthalten sollen, so wird es nicht selten schwer seyn, zu bestimmen, welche Erdart in den zu-

sam-

sammengesetzten Steinen als die wesentlichste angesehen werden soll. Daher rechnen z. B. einige den Jaspis, den Feldspath, den Basalt zu den thonartigen Steinen, andere zu den kieselartigen. — Wo von zwey Bestandtheilen nahe gleich viel in einem Mineral vorhanden ist, kann es sich sehr leicht ereignen, daß in einem Exemplar dieser, in einem andern jener der übertreffende ist.

Drittens, wenn man bloß auf die Menge eines Bestandtheils sehen, und die andern Beschaffenheiten, selbst den Sprachgebrauch, nicht mit in Betracht ziehen wollte, so müßten manche Steinarten in ganz andere Classen gesetzt werden, als man wirklich thut. Z. B. alle Geschlechter der talkartigen Erden haben mehr Kieselerde als Talkerde, zum Theil beträchtlich viel, der gemeine Speckstein nach Bergmann 80 Theile Kieselerde gegen 17 Theile Talkerde; nur eine Art hat von beyden gleichviel. Viele Thone enthalten mehr, oft ansehnlich mehr Kieselerde als Thonerde. In reinem Thone sind 63 Theile Kieselerde gegen 37 Theile Alaunerde gefunden. In den kieselartigen Steinen ist oft etwa eben so viel oder zuweilen mehr Thonerde als Kieselerde enthalten, z. B. im Topas ist das Verhältniß der Thonerde zur Kieselerde 59 : 35; im Chrysoberyll wie 71 : 18. Der Sapphir besteht fast ganz aus Alaunerde.

Viertens, es kommt bey den Mischungen der Bestandtheile in den Mineralien nicht bloß auf die Quantität oder das Gewicht, sondern auch auf die Intensität, oder das Vermögen sich geltend zu machen, an. Die Chemie hat durch ihre Analysis bisher bloß die erstere zu finden gelehrt *). Diejenigen Be-

*) S. von Humboldts Bemerkung in der Schrift über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Th. I. S. 127.

Bestandtheile, welche gegen eine größere Menge anderer Art in einem Mineral ihren Charakter behaupten, nennt man füglich umhüllende, diese die umhüllten. Jene sind also die äußerlich charakterisirenden. Die Methode der äußern Kennzeichen hält sich an diese. Dabey ist sie aber verbunden, die Arten und die Quantitäten der Bestandtheile, so weit die chemische Analysis sie hat bestimmen können, anzuzeigen. Sie braucht inzwischen, wenn sie consequent seyn will, nicht immer sich darnach zu richten.

18. Diese Methode hat den Vorzug der sinnlichen Faßlichkeit und der leichten Einschaltung neuer, noch nicht chemisch untersuchten, Mineralien. Sie ist freylich schwankend, und hat bey weitem keine so bestimmte Grundsätze als die Botanik. Es kommt aber bey der mäßigen Anzahl von Gattungen nicht sehr auf eine kunstgerechte Classification an; eine richtige und wohl unterscheidende Beschreibung ist die Hauptsache. Ich will hier in Rücksicht der Vertheilung nach den Erdarten das System des Hrn. Bergrath Werner befolgen, wie es in dem System der Mineralkörper von Lenz, 1800, vorgetragen ist, da er selbst es bisher nur schriftlich mitzutheilen für gut gefunden hat. Doch werde ich in der Ordnung der Geschlechter, die an und für sich willkürlich ist, mich nach der Folge der einfachen Erden in der Naturlehre richten; und auch Versetzungen der Gattungen in demselben Geschlechte mir erlauben.

Die gemengten Steinarten (4.) werden jetzt immer von den andern getrennt. Die Versteinerungen sind schon längst als ein Anhang der Mineralogie beygefügt.

A. Kalkerdegeschlecht.

19. Die Körper dieses Geschlechts sind, nebst den schwererdigen, unter allen Steinarten die einfachsten,

ſten, hauptſächlich nur durch die mit ihnen verbundenen Säuren abgeändert, einige mit einem kleinen oder mäßigen Antheile von andrer Erde oder mit metalliſchen Theilen verſetzt. Die Gattungen dieſes Geſchlechts ſind alſo nach den Säuren, welche ſie enthalten, zu beſtimmen. In dem Kalkgeſchlechte kommen häufige und ſehr verſchiedene Kryſtalliſationen vor, ſelbſt mit einigem Grade der Durchſichtigkeit. Die gewöhnlichen Farben ſind weiß und grau; andere ſind zufällig. Meiſtens ſind die Kalkarten rauh und mager anzufühlen, mäßig hart und nicht feſt.

20. Kohlenſaure Kalkgattungen ſind Kreide, Kalkſtein, Kalkſinter, Tuphſtein, Kalkſpath, Stinkſtein, und noch einige. Dieſe verhalten ſich wie die einfache Kalkerde.

21. Die gemeine Kreide iſt mager und etwas rauh anzufühlen, läßt ſich leicht ſchaben, und färbt ſehr ab. An den Seeküſten macht ſie mit den in ihr eingeſchloſſenen Feuerſteinſchichten beſondere Flözgebirge aus. Die ſo genannte Bergmilch (Montmilch) iſt eine ſehr lockere Kalkart, die durch die Wirkung der Luft zerfallen, oder vom Waſſer zuſammengeſchlemmt iſt.

22. Der Kalkſtein der Gebirge iſt theils dichter, theils ſchuppiger und körniger Kalkſtein. Der dichte Kalkſtein der Flözgebirge enthält unter allen Steinen die meiſten und mannigfaltigſten Verſteinerungen, beſonders von Meergeſchöpfen. Er beſteht aus feinen, unfühlbaren Theilen, iſt im Bruche ſplittericht (uneben), glanzlos, in verſchiedenen Graden hart, im Allgemeinen weicher als der ſchuppige und körnige, und giebt gebrannt ſehr guten Kalk. — Der ſchuppige und körnige Kalkſtein findet

ſich in ältern einfachen Gebirgen, deren gleichartige, feſte Lager beynahe ganz daraus beſtehen, ohne Verſteinerungen, oder doch nur geringe und ſehr zertrümmerte. Zum Kalkbrennen iſt er ſchlecht tauglich.

23. Der Marmor iſt eine Art dieſes Kalkſteins, welche ſich durch ihre Farben und durch eine größere Härte, die ſie gegen die Verwitterung ausdauernder und einer höhern Politur fähig macht, unterſcheidet. Der feinkörnige Marmor (Glanzmarmor) iſt einfarbig, oft weiß oder gelblich (carrariſcher und pariſcher), durchſcheinend und im Bruche ſchimmernd; der dichte Marmor iſt nicht durchſcheinend, hat inwendig keinen Glanz, und zeigt eine große Mannigfaltigkeit der Farben; oft enthält dieſer verſteinerte Korallen und Schalenthiere, beſonders Ammonshörner und Belemniten. Die Farben der Marmor rühren von metalliſchen Theilen, als von Eiſen und Braunſtein, vielleicht auch von brennbaren Stoffen her.

24. Aus einem mit Kalkerde geſchwängerten Waſſer wird bey dem Herabträufeln durch Erdſchichten in Höhlen uud Klüften der Kalkſinter oder der Kalktropfſtein in unzähligen Geſtalten gebildet, dergleichen vorzüglich die Baumannshöhle und die Höhle auf der Inſel Antiparos enthalten. Der Kalktuph iſt innerhalb eines ſolchen Waſſers abgeſetzt. Er iſt locker, und wird zum Mörtel angewandt, auch, wenn er an der Luft verhärtet, zu Bauſteinen. Der ſtaudenförmige, ſchneeweiße iſt Eiſenblüthe genannt, wiewohl keine Spur von Eiſen ſich darin findet. Oft legen ſich die Kalktheilchen um andere Körper als eine Rinde an, bilden dadurch hohle Röhren (Oſteocolla), umgeben Sandkörner in Geſtalt und Größe einer Erbſe, Erbſenſtein, wovon ſich zu Karls-

bad

bad ein ziemlich mächtiges Lager findet. — Der Rogenstein besteht auch aus Körnern, die aber durch einen thonichten Leim verbunden sind. Er bricht in Flözgebirgen, gewöhnlich in mehrern über einander liegenden ziemlich mächtigen Schichten, wie der dichte Kalkstein, von welchem er eine Abart ist.

25. Die Kalkspathe sind vermuthlich auch aus einem mit Kalktheilchen versehenen Wasser niedergesetzt. Sie enthalten viel gebundenes oder fest gewordenes Wasser (11 Procent) und viele Kohlensäure (34 Procent). Sie bestehen aus mehr oder weniger durchsichtigen glänzenden Blättern, und springen in scharfe rautenförmige Stücke *). Häufig ist der Kalkspath krystallisirt, in verschiednen Gestalten, rhomboidalisch, pyramidenförmig, säulenförmig, tafelförmig, dodekaedrisch. Man findet den Kalkspath nur in andern Gebirgsarten, adern- oder nesterweise, in den Klüften, wo er oft die edelsten und mächtigsten Gänge macht, auch als Überzug auf andern Körpern. — Eine merkwürdige Art ist der durchsichtige Doppelspath, oder isländische (auch in andern Ländern anzutreffende) Krystall, durch welchen man eine darunter gelegte Schrift doppelt erblickt. —

Der Braunspath unterscheidet sich von den Kalkspathen durch Färbung, größere Schwere und seinen Eisengehalt. Er gränzt an den Spath-Eisenstein.

26. Zuweilen ist die kohlensaure Kalkerde mit einem Erdharze verbunden, welches beym Brennen oder Reiben einen unangenehmen Geruch verursacht, daher diese Art Stinkstein heißt. Diese Gattung

*) Spath zeigt eine gewisse Gestalt der Bruchstücke, nämlich die würflichte und rhomboidalische mit glatten Flächen an, das Mineral sey, welches es wolle.

giebt einen sehr guten Mörtel, und wird als Zuschlag auf hohen Eisenöfen, nebst andern Kalkarten, mit Nutzen angewandt.

27. Der Mergel ist hauptsächlich eine Mischung von Kalk und Thon. Der eigentliche Mergel enthält ohngefähr gleich viel Thon und Kalk; der Kalkmergel beträchtlich mehr Kalk als Thon, der Thonmergel umgekehrt. Durch merkliche Beymischungen von Sand, Gyps oder Glimmer, erhält der Mergel von diesen Bestandtheilen eine Benennung. Er wird zur Verbesserung des Ackerbodens gebraucht. Er findet sich nur in Flözgebirgen. — Der Florentiner Ruinen-Marmor gehört unter die erhärteten Mergel-Arten.

28. Die mit Schwefelsäure verbundene Kalkerde ist Gyps. Dieser brauset, völlig gesättigt, mit Säuren nicht, und ist als ein erdiges Mittelsalz im Wasser, aber in sehr vielem, auflöslich. In einem eisernen Gefäße fast bis zum Glühen erhitzt zerfällt er, und geräth in ein scheinbares Aufkochen, wegen des darin enthaltenen vielen Krystallisations-Wassers (in dem rohen 22 Procent, in dem körnigen 38.). Der gebrannte Gyps, mit Wasser zu einem Teige gemacht, zieht dieses an, und erhärtet sich mit beträchtlicher Ausdehnung. — Der zwischen Kohlen geglüht gewesene Gyps leuchtet im Finstern.

29. Der Gyps ist theils dichter, wovon der Alabaster eine feinkörnige, polirfähige, Abart ist; theils faseriger, blätteriger und krystallisirter in sechsseitigen Säulen oder Rhomben, Gypsspath oder Selenit. Zu dem letztern gehört das Marienglas oder Fraueneis, in rautenförmigen durchsichtigen Scheiben, die sich leicht spalten lassen. Dieses wird

zu feinen Gypsabdrücken, zu Pastellfarben und Reinigung des Silbers angewandt. — Der Gyps bricht gewöhnlich nur in Flözen, und macht oft eigene Gebirge dieser Art aus. Er ist häufig in der Nähe von Salzstöcken und Salzquellen, auch die gewöhnliche Mutter des Schwefels. Der Alabaster macht bisweilen ganze Berge oder beträchtliche Theile derselben aus; das Marienglas bricht meist nur nesterweise in andern Bergarten.

30. Die mit Flußsäure (Naturl. 305.) verbundenen Kalkerden heißen Fluß oder Flußspath. Sie sind etwas härter als die obigen Kalkarten, ohne doch schon Funken mit dem Stahle zu geben. Mit Säuren brausen sie nicht, weder vor noch nach dem Brennen; sind im Feuer für sich nicht leicht schmelzbar, kommen aber mit andern Erdarten leicht in Fluß. Sie sind zwar spröde, lassen sich aber doch schneiden und poliren, und zu Vasen oder ähnlichem Geräthe verarbeiten. In England, wo dieses geschieht, heißt der Flußspath von seinem Findorte Derbystone. Das phosphorische Leuchten des Flußspaths ist schon (Naturl. 534.) erwähnt.

Die gewöhnlichen Flußarten sind krystallisirt, am meisten in Würfeln, dann auch in Pyramiden, Säulen und Rhomben. Im Bruche sind sie blättericht. Die Färbung ist sehr mannigfaltig. — Der Fluß findet sich als Gangart mit Silber-, Bley-, Kupfer- und andern Erzen.

31. Eine mit der Boraxsäure (Naturl. 304.) verbundene Kalkerde ist erst vor einiger Zeit in den Lüneburger Gypsbrüchen gefunden. Dieser Boraxsaurespath (Sedativspath) ist würflicht, mit abgestumpften Ecken und Kanten.

32. Kalkerde mit Phosphorsäure verbunden, oder natürliche Knochenerde, heißt Apatit. Sie ist selten. Man findet sie krystallisirt, in kleinen Säulen oder Tafeln, auf Zinnsteingängen in Böhmen und Sachsen; auch in streifigen dünnen Schichten, in einer Gegend der spanischen Provinz Estremadura. Der Stein wird elektrisch, wenn man ihn auf einem wollenen Tuche reibt. Klein gestoßen und auf Kohlen gestreut, phosphorescirt er mit einer hellen meergrünen Farbe.

33. Die mit der Tungsteinsäure (Naturl. 310.) verbundene Kalkerde heißt Schwerstein, oder Tungstein, und kam sonst unter dem Namen von Zinnspath oder Zinngraupen vor. Das Mineral ist weiß oder grau, von blätterichtem Gewebe, sehr glänzend, etwas fett anzufühlen und sehr schwer, von unbestimmter Gestalt, oder auch wohl oktaedrisch krystallisirt. Man findet es nur in einigen Gegenden. *)

B. Thonerdegeschlecht.

34. Die Thonarten enthalten zwar alle Alaunerde (Naturl. 337.) aber mit andern Erdarten, besonders der Kieselerde, oft sehr überwiegend gemischt, auch mit Schwefelsäure, brennbaren Stoffen, Eisenocher und andern metallischen Substanzen. Die weichern saugen das Wasser leichter oder schwerer ein, erweichen dadurch mehr oder weniger, und werden in verschiedenen Graden dehnbar und zähe. Bey dem Eintrocknen ziehen sie sich zusammen, erhärten im Feuer, desto stärker, je reiner sie sind. Oft aber ge-

ra-

*) In dem Wernerischen System Schwerstein ist der Schwerstein nebst dem Wolfram zu dem Scheelgeschlecht unter den Metallen gerechnet.

rathen sie, wegen der Beymischungen (Naturl. 525.) im Feuer in Fluß. Die mannigfaltigen Farben der Thonarten hängen entweder von feuerbeständigen Bestandtheilen oder von flüchtigen ab, und sind daher im Feuer entweder dauerhaft oder flüchtig. Die meisten Thonarten geben, angefeuchtet oder angehaucht, einen eigenen Geruch; viele hängen sich an die Zunge oder Lippen. Gewöhnlich sind sie glanzlos, rauh und trocken von Ansehen, ohne Fähigkeit zu krystallinischen Formen. Selten besitzen sie die Festigkeit und Härte des Kieselgeschlechts, nur etwa Feldspath, und der ungemein harte Demantspath.

35. Reine oder vielmehr fast reine Alaunerde (Thonerde) ist selten. Ganz nahe bey Halle wird sie in einzelnen nierenförmigen, zerreiblichen Stücken in der Dammerde gefunden.

36. Die Porzellanerde, welche zuweilen in ziemlich mächtigen Lagern angetroffen wird, ist von weißer oder röthlich weißer Farbe, zerreiblich, hängt sich nur wenig an die Zunge, und ist sanft aber nicht fettig anzufühlen. Sie enthält viele Kieselerde, auch Eisenkalk. In dem heftigsten Ofenfeuer schmilzt sie für sich nicht zu einem vollkommenen Glase, sondern wird nur glashaft oder zu Porzellan, so dicht und hart, daß sie an dem Stahle Funken giebt. Die Porzellanerde der Chineser heißt Kaolin.

37. Der gemeine Thon ist sehr weich, zieht das Wasser leicht in sich, und läßt sich alsdann beliebig formen. Der feinere Töpferthon (Pfeifenthon, Fayencethon, Tiegelthon, feuerfester Thon) widersteht der Verglasung hartnäckig, obgleich weniger als der Porzellanthon. Beym schnellen Brennen wird er schwarz, bey anhaltendem weiß oder perlgrau.

Der graulich weiße oder weiße und zähe dient vorzüglich zu Tobackspfeifen; die farbigen Arten zu Fayence und Steingut, auch zu Öfen, welche ein sehr heftiges Feuer aushalten sollen. — Der gemeine Töpferthon ist ziemlich reich an Eisen, und selten frey von Kalkerde, daher weniger strengflüssig. Im Feuer brennt er sich roth oder braun. Der Ziegelthon enthält beträchtlich viel Kieselerde. Dieser gemeine Thon findet sich in beträchtlichen Lagern, meistens unter der Dammerde. — Der Leimen (Letten, Lehm) ist ein unreiner Thon, mit einer starken Beymischung von Kalk, Sand und Eisentheilen, daher er mit Säuren brauset und im Feuer leicht schmilzt.

38. Der erhärtete Thon, von graulich weißer, grauer und andern Farben, auch mit verschiedentlich farbigen Schichten, im Gewebe oft dem Schiefrigen sich nähernd, erweicht und zerfällt im Wasser. Er kommt theils in den Urgebirgen auf Gängen und Lagern, theils in Flözgebirgen vor, macht auch ganze Gebirge aus, und bildet die Hauptmasse des Thonporphyrs. — An diesen gränzt der Schieferthon, der in scheibenförmige Stücke zerspringt, und im Wasser erweicht. Seine Farbe ist meistens grau, auch bräunlich roth. Er bricht am gewöhnlichsten unter oder über Steinkohlenflözen, und enthält alsdann sehr oft Abdrücke von Farnkräutern.

39. Der Thonschiefer, von schwärzlich, grünlich, oder blaulich grauer Farbe, hat ein schiefriges Gefüge, meistens nach einer ebenen Fläche. Im Wasser ist er nicht erweichlich; im Feuer schmilzt er zu einer trüben Schlacke. Er enthält nebst der Thonerde auch andere Erdarten, auch Eisenkalk; zuweilen ist er mit Bergöl durchdrungen. Von den ältern einfachen (nicht ungleichartig geschichteten) Gebirgen macht

macht er einen Hauptbestandtheil aus, so daß er auf dem Granit aufsitzt; auch kommt er in den spätern Flözgebirgen vor. Unterarten des Thonschiefers sind der Tafelschiefer in ebenen Blättern mit feinem Korne; der Dachschiefer, härter und klingend; der fette Schiefer, der im Feuer einen Geruch von sich giebt, u. m.

40. Mit dem Thonschiefer ist verwandt der Wetzschiefer, der zum Schärfen und zum Poliren dient. Von Öl und an der Luft wird er härter. Er macht ganze Gebirgslager aus. — Der Zeichenschiefer (schwarze Kreide) ist sehr weich und abfärbend. Im Feuer wird er roth. — Der Brandschiefer ist mit Erdharze durchdrungen, daher er mit schwacher Flamme brennt, und einen Schwefelgeruch verbreitet.

41. Der Alaunschiefer, gewöhnlich von einer zwischen graulich und bläulich schwarzen Farbe, mit einem theils gerad- theils krummschiefrigen Gefüge, kommt meistens in mehr oder weniger mächtigen Lagern in Gesellschaft des uranfänglichen Thonschiefers vor. Er wird auf Alaun benutzt (10.). — Der Alaunstein hat ein anderes Gefüge und mehr Festigkeit als andere Thonarten, woraus Alaun gezogen wird.

42. Der Jaspis ist theils einfarbig, und häufig leberbraun oder blutroth, theils vielfarbig, es sey in bandartigen Streifen, oder gefleckt, mit baumähnlichen Figuren. Der buntstreifige ägyptische Jaspis (Kiesel) nimmt eine schöne Politur an, wie überhaupt die Jaspisarten pflegen, daher sie zu Bauzierathen und Geräthe angewandt werden. Der einfarbige ist im Bruche matt und erdig; der mehrfarbige, der aus jenem entstanden seyn mag, zeigt einen schim-

schimmernden glatten Bruch. Der Porzellanjaspis hat das Ansehen von gebranntem Porzellan, und scheint aus Schieferthon durch unterirdisches Feuer entstanden zu seyn. Der Jaspis macht in vielen Gegenden beträchtliche Gebirgslager aus, kommt aber auch häufig als Geschiebe vor, und in Gängen, wo sich Erze in demselben finden. Der gemeine Jaspis hat einen beträchtlichen Eisengehalt, und über dreymahl so viel Kieselerde als Alaunerde. — Eine Abart des Jaspis ist der Sinople, dunkelroth, hart, eisenhaltig, gewöhnlich auch goldhaltig.

43. Der Basalt ist meistens eine harte, sehr feste und schwere Steinart, von dichtem Bruche und mehrentheils graulich schwarzer Farbe. Sie findet sich häufig in gesonderten Säulen so wohl von geringer als von ausnehmend beträchtlicher Größe, gegliederten und ungegliederten, eckigen von 3, 4, 5, 6 oder mehrern Seiten, und walzenförmigen. Der Basalt wird auch in Kugelgestalt und unförmlichen Massen angetroffen. Er bildet kegelförmige hervorragende Bergkuppen. In einem ziemlich mäßigen Feuer fließt er zu einer glasartigen schwarzen Schlacke, zeigt aber im natürlichen Zustande auf dem Bruche nichts glasartiges, kann also schwerlich einmahl zum vollkommenen Flusse durchs Feuer gebracht seyn. Der Basalt besteht etwa zur Hälfte aus Kieselerde, $\frac{1}{4}$ Eisen, über $\frac{1}{6}$ Alaunerde, nebst ein wenig Kalk- und Talkerde. In der physischen Geographie wird von dieser merkwürdigen Steinart mehr angeführt werden.

Der dichte, festere Basalt dient zum Bauen, zum Pflastern, zu Ambossen für Buchbinder und Goldschläger, zu Probirsteinen. Es werden daraus grüne Glasflaschen gemacht.

44. Der Klingstein (Porphyrschiefer, Hornschiefer) ist mit dem Basalt nahe verwandt, in dessen Nachbarschaft er sich nicht selten findet, den er auch zuweilen bedeckt. Das Gefüge ist aber schiefrig. In der Hauptmasse sind Feldspath-Krystalle stellenweise enthalten, oder äußerst fein eingesprengt. Die Farbe ist gelblich, grünlich, schwärzlich grau. Im Großen zeigt dieses Gestein theils tafelförmige, theils säulenförmige Stücke, letztere aber nicht so regelmäßig wie der Basalt. Es bildet einzelne hohe spitzige, zerklüftete Berge. Es enthält dreymahl so viel Kieselerde als Thonerde. Dünne Tafeln geben einen Klang beym Anschlagen oder Fallen *). Zu Bausteinen ist es nutzbar.

45. Die Wacke ist eine Steinart, die das Mittel zwischen Basalt und gemeinem Thon hält, dem einen oder dem andern näher; meistens grünlich grau; weich oder mäßig hart, mit einem dichten, matten, erdigen Bruche. Sie findet sich in ganzen Lägern zwischen dem Gesteine der Urgebirge.

46. Der Glimmer besteht aus elastisch biegsamen, mehr oder weniger metallisch glänzenden, Blättern, die sich im Feuer aufrollen, ohne zu schmelzen; der gemeine Glimmer (Katzengold, Katzensilber) aus goldgelben oder silberweißen undurchsichtigen; das russische Glas aus großen, ebenen, leicht trennbaren, durchsichtigen Blättern. Diese letztern werden in Sibirien, und besonders auf Schiffen zu Fensterscheiben gebraucht. — Der Glimmer ist in vielen Steinarten eingesprengt; besonders als Bestandtheil in den ältern, zusammengesetzten Gebirgsarten.

47.

*) Dieses hat er mit einigen andern Steinarten gemein.

47. Das Steinmark kommt nur nesterweise in und auf andern Steinarten vor, vermuthlich vom Wasser zusammen geschlemmt. Eine Art ist zerreiblich, eine andere ist fest, theils einfarbig, theils bunt, dergleichen die sonst so genannte sächsische Wundererde ist. Es ist im Wasser erweichlich, aber weniger bildsam als anderer Thon.

48. Der Tripel ist gewöhnlich gelblich, weich, mager und rauh anzufühlen, im Wasser nicht erweichlich, von geringem Gewicht. Er findet sich meistens in Flözgebirgen, in Klüften oder ganzen Lagern; enthält 90 Theile Kieselerde gegen 7 Theile Alaunerde. Im stärksten Schmelzfeuer wird er nur an der Oberfläche verglaset.

49. Der Bimsstein ist eine weiße oder weißlich graue, mehr oder weniger faserige Steinart, von scharfem Korne mit seidenartigem Glanze, einiger dicht und beträchtlich schwer, einiger lockerer und leichter, der gemeine so leicht, daß er auf dem Wasser schwimmt, noch eine Art so locker, daß sie nur eben zusammenhängt. Die gemeine Art besteht größtentheils aus Kieselerde (77 Th.) mit etwas Alaunerde (17 Th.), enthält auch zuweilen frischen Glimmer und Feldspath. Von der Herkunft des Bimssteins unten bey den vulkanischen Steinarten. Der leichtere wird zum Poliren gebraucht, der dichtere in Italien zu Mauer- und Gewölbsteinen.

50. Die Gelberde, stark abfärbend, weich, zerreiblich, wird in ganzen Lagern gefunden. — Die Grünerde ist weich, dem Gefühle nach fettig, wird theils in größern Massen, theils in kleinen rundlichen Stücken, theils in andern Steinarten eingesprengt angetroffen. Beide Thonarten dienen zu Mahlerfar-

farben. — Eine von der letztern verschiedene grünliche Erd- und Steinart hat von ihrer Farbe den Namen Chlorit erhalten. Sie hieß sonst Sammterde.

51. Der Bildstein, sonst sinesischer Speckstein, mit olivengrüner und andern Farben, inwendig fettig glänzend oder matt, zwischen halbhart und weich, fettig anzufühlen, wie der Speckstein, auch so schneidbar und leicht. Keine Talkerde zum Bestandtheile, mehr Kieselerde als Alaunerde.

52. Der Topfstein ist gewöhnlich grünlich grau, äußerlich glänzend oder fettig glänzend, fettig anzufühlen, weich, oft zerreiblich, im Bruche krummschiefericht, hat angehaucht den Thongeruch. Man rechnete ihn sonst zu den Speecksteinen. Es werden Töpfe, Krüge und feuerfeste Gefäße, daraus gedrechselt. In Schmelzhütten wird er nützlich angewandt. Vorzüglich gut wird der Topfstein in der Landschaft Chiavenna nahe bey dem Comer-See gebrochen.

53. Die Hornblende, von schwarzer oder schwärzlich grüner Farbe, strahlig oder blättericht im Bruche, mäßig hart oder fast weich, kommt meist nur in andern Bergarten zufällig eingemengt, oder als einer ihrer Bestandtheile, vor. Sie findet sich auch säulenförmig krystallisirt oder in Stücken von unbestimmter Gestalt. Sie besteht aus Kiesel-, Alaun-, Talk- und Kalkerde, mit Eisenkalk, in den Verhältnissen 37 : 22 : 16 : 2 : 23.

Der Hornblende-Schiefer ist eine Gebirgsart, die sich in Lagern zwischen dem Gesteine der Urgebirge findet. Das Gefüge zeigt der Name an.

54. Der Feldspath hat ein blätterichtes, spathiges Gewebe, oft mit einem spiegelnden Glanze, hat nicht selten eine krystallinische Gestalt, meistens in geschos-

schobenen vierseitigen Prismen, zerspringt in rautenförmige Stücke, ist mäßig schwer, und hart, giebt aber mit dem Stahle Funken, schmilzt vor dem Löthrohre leicht zu wasserhellem Glase, und besteht größtentheils aus Kieselerde (62 Procent) mit etwas Alaunerde (17 Procent) nebst wenig Eisen und Alkali. Er verwittert leicht zu wahrem Thon, bey einem kleinen Eisengehalt zu Porzellanthon. Er bricht nur in und mit andern Bergarten, und macht einen wesentlichen Bestandtheil des Granits und Porphyrs aus. Der gemeine Feldspath, ohne bestimmte Figur, hat am häufigsten eine fleischrothe oder gelblich weiße Farbe. Wahrscheinlich ist er die Petuntse, welche die Chineser zu ihrer Porzellanmasse, nebst dem Kaolin, der Porzellanerde, nehmen. Der Labradorstein (Schillerspath), den man zuerst auf der Pauls-Insel an der Küste von Labrador gefunden hat, ist schwärzlich grau, spielt aber gegen das Licht mit mannigfaltigen Farben, und wird, wenn er *schön ist*, für Ringe und Dosen geschliffen. — Von dieser Steinart ist unterschieden der Schillerstein (auch Schillerspath), grün oder gelb von Farbe, schillernd glänzend mit metallischem Glanze, in gleichwinklichten sechsseitigen Tafeln krystallisirt. Kieselerde 52 Procent, Alaunerde 23 Procent.

55. Der Pechstein ist von schwärzlicher, grüner, brauner, ziegelrother Farbe, äußerlich wenig, inwendig mehr, pech- oder fettartig, glänzend, halbhart, sehr spröde, die Bruchstücke sind scharfkantig. Er findet sich theils in ganzen Lagern, theils in anderm Gestein eingemengt. Er enthält etwa $\frac{3}{4}$ Kieselerde.

56. Die Opale sind halb durchsichtig, im Bruche dicht, glänzend, muschlicht und zerspringen in

ecki-

eckige, scharfkantige Stücke. Sie bestehen zum Theil aus 90 und mehr Procent Kieselerde, geben aber selten Funken mit dem Stahle. — Der edle Opal ist bläulich milchweiß, und spielt mit manchen lebhaften bunten Farben; gegen das Licht gehalten scheint er gelb durch. — Dem gemeinen Opal fehlt das Farbenspiel. — Der veränderliche Opal (Weltauge) ist undurchsichtig, und wird, mit Wasser getränkt, durchscheinend und farbenspielend. — Der Holzopal ist fasericht im Längenbruche, und giebt seinen Ursprung zu erkennen. — Der Halbopal ist weißlich, gelb, braun und von andern Farben, die matt sind, oft mehrere in einem Stücke zusammen. Ein bräunlich rother enthält 43 Th. Kieselerde, 47 Eisenoxyd, und 7 Wasser.

57. Der Diamantspath (Corundum) grünlich grau oder grünlich weiß, in sechsseitigen Säulen oder unkrystallisirt, zum Theil schwerer als der Diamant, sehr hart und sehr feuerfest. Äußerlich ist er fettartig glänzend; inwendig stark glänzend, auch nur schimmernd. Er besteht größtentheils aus Alaunerde (84 und 89 Procent) mit etwas Kieselerde und einem Eisengehalt. Bisher ist er nur in China und Bengalen gefunden, wo der unkrystallisirte zum Schleifen der Diamanten gebraucht wird. Daß die Alaunerde durch geringe Beymischungen einen ausnehmenden Grad der Härte erlangen kann, wird der Sapphier noch mehr zeigen.

C. Das Kieselerdegeschlecht.

58. Die kieselerdigen Steine sind die härtesten, so daß sie mit dem Stahle Funken geben und in Glas ritzen. Sie brausen nicht mit Säuren, schmelzen mit fixen Laugensalzen, besonders dem mineralischen, zu

klarem dichten Glase, werden im Feuer nicht locker oder härter, als sie zuvor waren, und halten das stärkste Feuer aus, ohne verflüchtigt zu werden. Die Kieselerde ist aber in allen mehr oder weniger mit andern Erdarten gemischt, daher die angeführten Eigenschaften bisweilen eine Einschränkung leiden. Nur eine und die andere Art findet sich in größern Massen; die übrigen nur in kleinen Stücken. In diesem Geschlechte sind die meisten und schönsten, auch kostbarsten, Krystallformen.

59. Zu den reinsten Kieselarten, wiewohl in ungleichen Graden, gehört der Quarz. Dieser ist hart, aber nur mäßig schwer, durchsichtig in verschiedenen Stufen, verwittert nicht an der Luft, und springt in scharfkantige Stücke von unbestimmten Ecken. Zwey Quarzstücke, an einander gerieben, phosphoresciren im Dunkeln, und geben einen dem Quarze eigenthümlichen Geruch. Der Quarz ist oft ein Bestandtheil älterer Gebirgsarten, findet sich aber auch in mächtigen Lagern, häufig in Klüften und Gängen, am häufigsten in stumpfeckigen und abgerundeten Geschieben *) (Kiesel), und in Körnern (Sand), vornehmlich am Ufer von Wassern, und auf Ebenen, wo vormahls Wasser geflossen ist, oder in Bergen, die durch Wasser aufgeschwemmt sind. Der Sand, und zwar der eigentliche Quarzsand, besteht aus kleinen, nicht zusammenhängenden, Quarztheilen, die oft mit andern zerriebenen Steintheilchen, selbst metallischen, vermengt sind. Der gemeine Quarz hat eine unbestimmte Gestalt, bald mit kleinsplitterigem Bruche und geringem Glanze (trockner Quarz), bald mit grobsplitterigem Bruche, glänzen-

*) Geschiebe sind abgebrochene und an andere Orte fortgerissene Stücke Gestein oder Erze.

zender und glatter (fetter Quarz). Dieser findet sich in Gebirgslagern, jener in Gängen. Ganze Stücke Gebirges werden aus Lagern von Quarz gebildet. Der gemeine Quarz ist mit Thon-, Kalk-, und Eisenerde verbunden.

60. Oft hat der Quarz eine regelmäßige krystallinische Bildung. Die Quarzkrystalle sitzen gewöhnlich in Drusen zusammengewachsen auf anderem Gesteine fest, in Gängen und Höhlen der Gebirge, vorzüglich der ältern, z. B. des Granits. Die schönsten findet man in der Schweiz, in besondern Krystallgruben, bisweilen sehr groß, in einem Falle 927 Pfund schwer. Die eigentliche Krystallisationsform des Quarzes ist die sechsseitige Säule mit sechsseitigen Endspitzen, an einem Ende allein, wenn der Krystall mit dem andern fest sitzt, oder an beiden, wenn er einer Seitenfläche angewachsen ist. Fehlt die Säule, so entsteht entweder eine doppelte oder eine einfache Pyramide. Die Verhältnisse sind nach den zufälligen Umständen sehr abgeändert. Der ungefärbte durchsichtige Krystall heißt Bergkrystall; der weniger durchsichtige, gemeiner krystallisirter Quarz. Die vorzüglich harten, klaren und glänzenden, kleinen Krystalle, in platten doppelten sechsseitigen Pyramiden, heißen unechte Diamanten oder böhmische Steine. Durch äußere Hinderungen und Verbindungen werden andere Formen veranlaßt, z. B. die tafelartige des gehackten Quarzes. Daß der Quarz aus einem flüssigen oder weichen Zustande in den festen übergegangen ist, sieht man an den Nadeln von Schörl, Blättchen von Glimmer, Wassertropfen, und andern fremden Körpern, die sich in einem Krystalle bisweilen eingeschlossen finden, auch an solchen Stükken, wo ein schwächerer Krystall mit seinem obern

Ende in einen stärkern eingewachsen ist. Die Quarzkrystalle scheinen aus der in Flußspathsäure aufgelöset gewesenen Kieselerde entstanden zu seyn. Der Bergkrystall, obgleich der reinste, hält doch ein wenig Alaunerde und 1 Procent Kalkerde.

61. Gefärbte Quarze haben ihre Farbe von fremdartigen Beymischungen. Unter diesen zeichnen sich aus der Amethyst, mit veilchenblauer Farbe, und der Praser, dunkellauchgrün, der vermuthlich von einer dunkelgrünen Steinart, dem Strahlsteine, durchdrungen ist. Ein rosenrother enthält Braunstein und Eisen, der nelkenbraune heißt Rauchtopas, der ins Schwarze übergehende Morion, der gelbe Citrin.

62. Der Kieselschiefer (viele Kieselerde, mit einem kleinen Antheile Kalk- und Talkerde) wird lager- und nesterweise in Thonschiefergebirgen gefunden. In Böhmen bildet er häufig ausgezackte Felsen. Die schwarzen, oft mit weißen Quarzadern durchzogenen, Kiesel an den Ufern der Flüsse sind abgerissene Stücke desselben. Der Probierstein der Goldschmiede, mit ebenem Bruche, ist eine feinere Art des Kieselschiefers.

63. Der Feuerstein (Flintenstein) ist härter als der Quarz, im Bruche vollkommen muschlicht, an den Kanten der sehr scharfen Bruchstücke, in welche er zerspringt, durchscheinend. Der größte Theil seines Gehalts ist Kieselerde, das übrige Alaun- und Kalkerde. Der edlere Feuerstein ist der reinere und mehr durchsichtige. Er findet sich in Flözgebirgen, bald in eigenen Flözen, die meistens zwischen Kalksteinflözen eingeschlossen sind, bald in Kreide- und Kalksteinflözen, sehr oft los in Geschieben. Zu Flin-

ten-

tenſteinen wird er durch Schlagen mit dreyerley Hämmern verarbeitet.

64. Der Hornſtein iſt nicht ſo hart als der Quarz, oder nur halbhart, im Bruche grob- oder kleinſplitterich, zuweilen etwas muſchlicht, und von gröberm Korne als der Feuerſtein; an den Kanten der ſcharfen Bruchſtücke durchſcheinend, von Farbe meiſtens grau. Die Ähnlichkeit des Anſehens mit dem von einem Thierhorne iſt gering. Er kommt am häufigſten in ältern Gebirgen auf Gängen vor, zuweilen in jüngern Gebirgen in Geſchieben und kleinern Brocken, für ſich allein oder mit einer andern Steinart zuſammengekittet.

65. Der Chalcedon iſt meiſtens perlgrau, in verſchiedene Farben ſpielend, halbdurchſichtig oder durchſcheinend, beſteht größtentheils aus Kieſelerde. Er kommt in mancherley Geſtalten vor, in ſtumpfeckigen Stücken, mandelförmig, nierenförmig, ſehr oft tropfſteinartig, auch als Überzug auf andern Mineralien, in Verſteinerungen organiſirter Körper, ſeltener in Kryſtallform. — Der Onyx iſt ein geſtreifter Chalcedon, von verſchiedentlich gefärbten, feſt in einander zuſammengefügten, parallelen Lagen. Die alten Steinſchneider bedienten ſich deſſelben, um das Bild und den Grund von verſchiedenen Farben zu erhalten. Der Karneol (ſonſt Sarder) gehört mit dem Chalcedon zu einer Gattung. Er iſt ziemlich hart, von blut- oder fleiſchrother Farbe. Man findet ihn manchmahl mit dem Chalcedon in abwechſelnden Schichten zuſammen gekittet, da er Sardonyx heißt. In dieſem letztern ſchnitten die Alten ebenfalls vortreffliche Bilder, theils erhaben, theils vertieft. Manche alte Onyxe und Sardonyxe mögen künſtlich zuſammengefügte Steine ſeyn.

66. Der Achat gehört eigentlich unter die gemengten Steinarten, da er aus Quarz, Amethyst, Chalcedon, Karneol, auch aus Feuerstein, Hornstein und Jaspis, zusammengesetzt ist, so daß zwey oder mehrere beysammen sind, oft in parallelen geraden, oder wellenförmigen, oder winklicht gebogenen Lagen. Man findet den Achat in ganzen Felsen, am häufigsten in Geschieben. Deutschland, besonders die kurpfälzischen und zweybrückischen Länder, liefert die mehresten und schönsten Achate. Sie werden, wie bekannt ist, zu mancherley Gebrauche geschnitten und geschliffen.

67. Der Chrysopras ist grün, stark durchscheinend, hart, besteht größtentheils aus Kieselerde, und hat seine Farbe von beygemischtem Nickel. Man findet ihn meist los als Geschiebe, nicht krystallisirt.

68. Der Heliotrop ist mehr oder weniger durchscheinend, von grasgrüner oder lauchgrüner Farbe, mit olivengrünen oder ochergelben Streifen oder Flecken, und eingesprengten hellblutrothen Tüpfelchen. Er dient durch die schöne Politur, die er annimmt, zu Steinschleiferwaaren.

69. Der Obsidian ist dunkelrauchgrau, oder dunkelschwarz, inwendig wie Glas glänzend, hart, äußerst spröde, sehr leicht, wird auf den liparischen Inseln, in Island und Ungarn gefunden. Kieselerde 69, Thonerde 22, Eisen 9 Theile.

70. Das Katzenauge zeigt geschliffen einen lichten Bogenschein, welcher von dem faserigen Gewebe herrührt. Es wird zu Ringsteinen von Werth bearbeitet. Aus Sumatra.

71. Der Zeolith, welcher sich nur in oder auf andern Fossilien findet, ist eine mäßig schwere, gewöhn-

wöhnlich hellweiße, Steinart, meistens von einem Perlmutterglanze, der sich zuweilen dem metallischen nähert, häufig von einem faserichten oder strahlichten Gefüge, oft krystallisirt, selten hart genug, um mit dem Stahle Funken zu geben. Er schmilzt schon für sich vor dem Löthrohre zu weißem, schaumigen Glase (daher der griechische Name, Schaumstein), mit einem leuchtenden Scheine im Augenblicke des Schmelzens. Er enthält beträchtlich viel Wasser, und mehr Kiesel- als Alaunerde, nebst etwas Kalkerde. Vorzüglich schöne Zeolithe finden sich in Island und auf den Färöer Inseln. Schweden und Schottland liefern sie häufig.

72. Der **Lasurstein** mit einer eigenthümlichen blauen Farbe, von unbestimmter Gestalt, im Bruche erdig oder feinsplitterig. Erhitzt schwillt er auf, und schmilzt bey starker Hitze zu einem weißen Email. Er besteht fast zur Hälfte aus Kalkerde, und enthält ein wenig Eisenkalk. In Asien wird diese Steinart gefunden, der schönste in Persien und Sina. Er wird zu Steinschleiferwaaren verarbeitet, und giebt die theure Ultramarinfarbe.

73. Etwas sehr ungewöhnliches zeigt der elastisch-biegsame **Sandschiefer**, der sich nach allen Richtungen biegen läßt und zurückschnellt. Er ist hellgrau, fühlt sich scharf an, giebt mit dem Stahle Funken, schneidet mit Leichtigkeit in Glas, bleibt im heftigsten Schmelzfeuer unverändert, schmilzt aber mit Hülfe der Lebensluft. Er besteht fast ganz aus Kieselerde (96½ Procent), im Gefüge nicht so wohl aus Körnern als aus Blättchen oder Schüppchen, wie Glimmer, und zwar in einer und derselben Richtung. Von dieser Gestalt und Lage der Theilchen, vielleicht auch von einem noch unbekannten Bindungsmittel,

möchte die elastische Biegsamkeit herrühren. In Brasilien bricht er in weit ausgedehnten, aber dünnen, Lagen. — In Rom im Pallaste Borgheſe ist eine biegsame Tafel, die aber ein Marmor ist. Ein solcher Marmor ist auch in der Gegend des Gotthard gefunden.

74. Der Kieselsinter oder Kieseltuff, welchen die heiße Sprudelquelle in Island, der Geyser in ihrem Kessel absetzt, hat dieselben Bestandtheile wie der elastische Sandschiefer, aus 98 Procent Kieselerde, mit ein wenig Alaunerde und sehr wenig Eisenkalk, welche dieser auch enthält. Er ist aber nur halbhart und im Gefüge anders beschaffen.

75. Der Schörl ist eine Steinart, die nur in anderm Gestein, meistens in kleinen Stücken, säulenförmig krystallisirt, vorkomint. Der schwarze Stangenschörl findet sich z. B. in Granit und Gneis, in Laven, in dünnstänglichten geraden Stücken, welche sich leicht von einander sondern lassen, oder in gestreiften Eckſäulen krystallisirt. Er ist nicht sonderlich schwer, oft weich genug, daß er sich mit dem Messer schaben läßt, und besteht aus Kieselerde und Alaunerde, fast zu gleichen Theilen, mit einem ziemlichen Eisengehalte. — Der Turmalin, der durch Erwärmung und Erkältung elektrisch wird, (Naturl. 705.) gehört unter die Schörle. Er ist viel härter als der Stangenschörl, und wird daher oft als Edelgestein verarbeitet; meistens ist er durchsichtig, von brauner oder einer andern Farbe; auf den Säulen, die er bildet, gestreift oder auch glatt. Man fand ihn zuerst in Zeilan, hernach in Brasilien, Tyrol und manchen andern Ländern. An einigen andern Schörlen ist ebenfalls jene Erscheinung beobachtet; auch an dem Apatit und an sächsischen Topasen. —

Eine

Eine verwandte Gattung des Schörls ist der Thumerstein, von nelkenbrauner, oder veilchen- und berliner-blauer, oder grauer Farbe.

76. Der Olivin, von seiner Farbe genannt, kommt fast in allen Basalten, von verschiedener Größe, vor. — Der Leucit, schmutzig weiß, gleichfalls in Basalten krystallisirt. — Der Hyalith (sonst Müllerisches Glas) gewöhnlich durchsichtig, hell- und gelblich weiß, ist bis jetzt nur in Basalten gefunden. — Der Augit, pechschwarz oder schwärzlich grau, mit einem gewissen Glanze oder Farbenspiel, in Basalten, Mandelsteinen und Porphyren. — Der Vesuvian, am Vesuv und in einer Gegend von Sibirien. — Der Melanit, schwarz, am Vesuv.

77. Die Granaten sind gewöhnlich roth, die schönen böhmischen blutroth, die orientalischen karmesinroth, die gemeinen Arten auch von andern Farben, ohne das lebhafte Feuer der Edelgesteine. Ihre Krystalle sind meistens sechsseitige Eckſäulen mit dreyseitigen Pyramiden zugespitzt. Ihre Größe ist sehr verschieden. Sie schmelzen im Feuer des Porzellanofens.

78. Der Smaragd ist grasgrün, in sechseckigen an den Kanten abgestumpften Säulen. Kiesel- und Alaunerde wie 66 : 31. — Der Beryll ist graulich grün, oft apfelgrün, auch blau oder gelb, in sechsseitigen ungleichmäßigen Prismen. Die Verhältnisse der Bestandtheile verschieden. Der gemeine Beryll heißt auch Aquamarin. — Der Chrysoberyll ist blaß grünlichgelb, selten krystallisirt, in kleinen sechsseitigen mehr oder weniger platten Prismen. Kiesel- und Alaunerde wie 18 : 71. — Der Chrysolith (Peridot) ist hoch pistaziengrün, krystallisirt eine breite rechtwinklige vierseitige Säule.

Gleich viel Kiesel- und Talkerde mit 19 Procent Eisenkalk. — Der Smaragd schmilzt bey 150° Hitze nach Wedgwoods Pyrometer, der Beryll und Chrysolith nicht. Die Härte des Smaragds und Berylls zu der des Feuersteins etwa wie 12 : 10; des Chrysoberylls mit der letztern gleich; des Chrysoliths ein wenig geringer.

79. Der Rubin hat eine mehr hohe als dunkle Karmesinfarbe (blaßrothe ins Pomeranzengelbe sich neigende der Rubinballas), meistens in doppelten vierseitigen Pyramiden (Octaedern) krystallisirt. Er enthält nach Klaproth 76 Th. Alaunerde gegen 15 Kieselerde, nach andern fast gleiche Antheile Kiesel- und Thonerde. — Der Sapphir ist gewöhnlich blau und zwar berlinerblau, selten grün, weiß oder grau. Man findet ihn mehr in eckigen Stücken als krystallisirt; dieses am häufigsten in sechsseitigen, einfachen oder doppelten Pyramiden. Er enthält 98 Th. Alaunerde, $\frac{1}{2}$ Kalkerde, 1 Eisenkalk. — Der Topas ist weingelb mit allen Abstufungen ins gelblich Weiße, grünlich Weiße bis zum Berggrünen. Am gewöhnlichsten sind seine Krystalle achtseitige der Länge nach gestreifte Säulen. Der orientalische enthält 51 Th. Talk-, 38 Kieselerde; der sächsische besteht aus 52 Th. Kiesel-, 45 Alaun-Erde. — Der Spinell ist scharlachröth. Abänderungen sind der gelbliche Rubicell und der gelblichrothe Almandin. Der Spinell kommt auf mancherley Art krystallisirt vor. Er enthält 74 Th. Alaun-, 15 Kiesel-, 8 Talk-, 1 Kalkerde, und $1\frac{1}{2}$ Eisenkalk.

Der Rubin und Sapphir sind bey 170° nach Wedgwoods Pyrometer noch unschmelzbar. Der Diamant verflüchtigt sich bey einer Hitze von 35 bis 40°. Ihre Härte ist 17, wenn 20 die Härte des

Dia-

Diamants bezeichnet. Die Härte des Topas ist 15, des Spinells 13.

Der Rubin ist bis jetzt nur in Südasien und und in Brasilien gefunden worden. Der brasilische ist weniger hart und leichter. — Der Sapphir in Pegu, Zeilan, Brasilien, auch in Böhmen, Frankreich, Macedonien. Der französische kommt dem orientalischen an Farbe, Härte und Durchsichtigkeit, gleich. — Die vorzüglichen Topasen in Pegu, Zeilan, Brasilien, geringere in Sachsen und Böhmen. — Der Spinell bis jetzt nur an denen Orten, wo der Rubin vorkommt.

D. Zirkonerdegeschlecht.

80. Der Zirkon erscheint von weißer, grauer, blauer, grüner, gelber, brauner Farbe; findet sich mehr in rundlichen oder eckigen Stücken als krystallisirt, in Pyramiden oder Säulen; hat inwendig einen Diamantglanz. Aus Zeilan. Bestandtheile: 68 Zirkon-, 31 Kieselerde, mit ½ nickelhaltiger Eisenerde. Sonst hieß er Jargon.

81. Der Hyacinth hat eine ihm eigene gelblichrothe Farbe, mit mancherley Abstufungen. Er findet sich meistens krystallisirt, in vierseitigen zugespitzten Säulen, auch in sechsseitigen, überhaupt in kleinen Krystallen. Bestandtheile: 70 Zirkon-, 25 Kieselerde, ½ Eisenkalk.

E. Das Talkerdegeschlecht.

82. Die talkerdigen Steine sind weich oder wenig hart, erhärten im Feuer, fühlen sich fettig an, und enthalten neben der Talkerde viele Kieselerde, mit etwas Alaunerde, wozu fast immer noch Eisen kommt.

Kry-

Krystallisationen sind in diesem Geschlechte nicht häufig, nur unansehnlich. Aber das faserige Gewebe zeigt sich bey mehrern Arten. Es ist nicht zahlreich.

83. Der Talk ist weich, ziemlich leicht, fettig anzufühlen, leicht zerreiblich oder zertrennbar. Der erdige besteht aus zartschuppigen, leicht zusammen gebackenen, Theilen; der in andern Steinarten eingewachsene festere hat ein blätteriges Gefüge; der erhärtete, welcher in eigenen Lagern in andern Gebirgsarten bricht, hat geringere Biegsamkeit und mehrere Festigkeit als jene Arten. Die gewöhnliche Farbe ist grünlichweiß oder blaß apfelgrün; der Goldtalk hat goldfarbige Blätter. — Die beiden ersten Arten dienen, dem Leder Geschmeidigkeit zu geben, und es zu putzen, auch zur Bereitung der Pastellfarben, der härtere zum Zeichnen.

84. Der Speckstein ist eine ziemlich leichte, wie Seife schlüpfrige, Steinart, die sich mit dem Nagel schaben läßt und abfärbt, meistens röthlich oder grünlich weiß. Er findet sich in Serpentinstein, in Thonschiefer. In dem derben Speckstein sind bisweilen Speckstein-Krystalle. Die weichern Arten dienen zum Zeichnen (spanische Kreide), zum Wegschaffen der Fettflecken, mit Öl vermengt zum Poliren der Spiegel. Der Speckstein ist auch ein guter Zusatz zu den Massen für irdene Gefäße, besonders der Tiegel. Denn der reine ist für sich schwer schmelzbar (Naturl. 524.). — Der Seifenstein aus Cornwallis, der sich mit dem Messer fast wie Seife schaben läßt, wird bey der Bereitung des Porzellans angewandt. — Der Meerschaum, woraus Tobakspfeifenköpfe geschnitzt werden, wird bey Theben in Griechenland und bey Eski-Scheher in Natolien gegraben. In der Erde ist er weich, und erhärtet an

der

der Luft. Er besteht aus Kieselerde (41—50), Talkerde (18—17), Kalkerde ($\frac{1}{2}$), Wasser und Kohlensäure (39—30).

85. Der Serpentinstein ist härter als jene Arten, läßt sich aber drehen, schleifen und poliren; seine Hauptfarbe ist grün, gewöhnlich sehr dunkel, mit andern eingesprengten Farben. Er bildet mächtige Gebirgeslager, zwischen Kalkgebirge und Thonschiefer. Zuweilen ist er auch in anderm Gesteine eingemengt. Weil er sehr feuerfest ist, so dient er zu Ofensteinen und als Zusatz unter Töpferthon. Man verarbeitet ihn auch zu Bauzierathen, als Baustein, zu Gefäßen mancherley Art. Der feinere italienische Serpentin (Ophit) ist gewöhnlich achatartig gefleckt.

86. Bolus pflegt unter die Thone gerechnet zu werden. Man nannte diese Erdart sonst Siegelerde, weil sie ehedem in der Arzneykunst gebraucht, und in runden Kügelchen gestempelt ward. Sie hängt stark an der Zunge, und giebt beym Anhauchen den Thongeruch. Freylich hat sie 47 Procent Kieselerde gegen 19 Alaunerde; dieses Übergewicht jener Erde hat aber bey manchen Arten des Thonerdengeschlechts Statt. Im Wasser zerspringt sie mit Geräusch in blätterige Theile. Die von der Insel Lemnos genannte Erde ist ein Bolus.

87. Die Walkererde ist grünlich oder grau, sehr weich, beynahe zerreiblich, fett anzufühlen, zerfällt im Wasser, ohne völlig zu erweichen, und zieht Fettigkeit stark in sich, daher sie gebraucht wird, den Tüchern das Fettige der Wolle zu benehmen. Sie bricht in Lagern in Flözgebirgen.

88. Der Asbest besteht aus faserigen Theilen, und ist im Feuer strengflüssig. Der weiche Asbest,

beſt, Amianth (Federweiß), zerſpringt in langſplitterige Stücke, iſt grünlich weiß und etwas fettig anzufühlen; in ſchwachen Stängeln etwas biegſam, in einzelnen Faſern völlig. Es laſſen ſich daraus Leinwand und Papier, die im Feuer unverbrennlich ſind, bereiten. In einer Gegend am Ural hat man ſonſt häufig Garn daraus zum Stricken geſponnen, mit Einmiſchung feinen Flachſes, das nachher durchs Feuer wieder herausgebracht ward. Die Steinpappe des Dr. Faxe in Schweden iſt daraus verfertigt. — Der gemeine Asbeſt iſt ſpröde und härter als jener. Eine Art mit unzertrennlichen Faſern hat völlig das Anſehen von ausgetrocknetem Eichenholze, und heißt daher Bergholz. Eine andere Art des Asbeſts, mit verwörrenen, undeutlichen Faſern, iſt ſo leicht, daß ſie auf dem Waſſer ſchwimmt, Bergkork, Bergfleiſch, Bergleder. — Der Asbeſt bricht immer nur in Neſtern oder Adern in andern Bergarten, am häufigſten in Serpentin.

89. Der Strahlſtein hat ſeinen Namen von dem faſerigen oder ſtrahligen Gefüge erhalten. Eine Art hat mit dem Asbeſt etwas ähnliches, ſie iſt gewöhnlich blaßgrün; der gemeine Strahlſtein beſteht aus parallelen oder büſchelförmigen Strahlen, häufig von dunkelgrüner Farbe, iſt ſpröder als jene Gattung, und leichter zerſpringbar; bricht nur in andern Steinarten, meiſtens in Urgebirgen. — Der Kyanit (Sappare) hat eine blaue, auch grünlich weiße oder ſeladongrüne, Farbe. Das Gefüge iſt ſtrahlig; die Kryſtallen ſind platte vierſeitige Säulen. Er ſcheint nur in den Urgebirgen zu Hauſe zu ſeyn, meiſtens im Glimmerſchiefer lagerweiſe vorzukommen. — Die Faden des Kyanits ſind ſehr brauchbar zu Unterlagen vor dem Löthrohre. Der Tremolit, von dem Thale

Tre-

Tremola in der Schweiz so genannt, hat eine ähnliche Beschaffenheit, von verschiedener blasser Farbe. Kommt in den Urgebirgen vor.

90. Der Nephrit (Nierenstein, Jade) von matter meistens lauchgrüner Farbe, zeigt in dem dichten Bruche ein splitteriges Gewebe. Er kommt in den Urgebirgen vermuthlich in Lagern vor. Von dem Amazonenflusse, bey dem er gefunden wird, heißt er Amazonenstein. Es werden daraus Gefäße, und Griffe zu Klingen, verfertigt. Sonst schrieb man ihm Heilkraft zu. Von einer Art dieses Steins, die eine bessere Politur annimmt, machen die Neu-Seeländer Beile u. dgl.

F. Das Schwererden- oder Barytgeschlecht.

91. Der Witherit ist kohlensaure Schwererde (98 p. C.), weiß, gelblichgrau, und schmutzig ölgrün, mäßig hart, seltener krystallisirt in sechsseitigen Säulen, sonst aus keilförmig stängeligen Stücken zusammengesetzt. Sie ist ein tödtliches Gift, wiewohl die mit Salzsäure gesättigte reine Schwererde als ein Arzneymittel in scrophulösen Fällen jetzt gebraucht wird. Sie ist selten. Withering hat sie zuerst in England entdeckt.

92. Schwefelsaurer Baryt kommt in erdiger Gestalt selten, sonst in dichter Gestalt mit splitterichtem, oder körnigem Gefüge, in krummschaligen Stücken, und am häufigsten geradschalig vor. Diese letztere Art heißt gewöhnlich Schwerspath, findet sich am meisten in den Erzgebirgen, wo sie eine sehr gewöhnliche Gangart ist, in Deutschland vornehmlich von gediegenem Silber. Sie gehört unter die schwersten Steinarten, ist von Farbe gewöhnlich weißlich,

von

von Gewebe blätterich, zerspringt in rautenförmige Stücke, und knistert im Feuer. Eine Abänderung ist dicht, eine andere blätterich, eine dritte in mancherley Gestalten krystallisirt. Es sind darin 97 Procent schwefelsauren Baryts gefunden. — Noch eine Art Baryt ist der Bolognefer Stein, an dem man zuerst das Phosphoresciren der Schwerspathe entdeckt hat (Naturl. 534.). Diese Art enthält einen Antheil Kiesel-, Alaun-, und Gypserde zu 62 Procent schwefelsauren Baryts. — Man kann hierher auch Bergmans Hepatit rechnen, der gerieben einen Geruch wie Schwefelleber giebt, aus Schwererde und Kieselerde, fast in gleichem Maße, mit mehrern andern Stoffen besteht. — Der Leberstein, der ein Gyps mit Stinkstein ist, ist davon ganz verschieden.

G. Strontianerdegeschlecht.

93. Der kohlensaure Strontianit ist licht spargelgrün, bricht in grobfaserichten, dünnstänglichten Stücken, ist entdeckt in dem Bleygange eines Gneißgebirges bey Strontian in Schottland.

94. Der schwefelsaure Strontianit ist blaß indigblau, bricht in platten, dünnen, dickfaserichten Stücken, ist in Pennsylvanien gefunden.

H. Gemengte Steinarten.

95. In den gemengten Steinarten sind die als ungleichartig kenntlichen Theile entweder ohne eine sichtliche bindende Materie zusammen gehäuft, oder durch einen sichtbaren Leim verbunden. Die Gebirge bestehen zum Theil aus diesen Steinarten. Die Lagerung derselben wird in der physischen Geographie beschrieben werden. Hier ist nur von der Zusammensetzung der gemengten Steinarten die Rede.

96.

96. Der Granit ist eine Gebirgsart, die aus Feldspath, Quarz und Glimmer, in einem körnigen Gefüge, ohne bestimmte Ordnung, mit einander verbunden, besteht, auch außer diesen Hauptbestandtheilen noch andere, als Schörl, Granaten, steinmarkähnlichen Thon, talkerdige Steinarten, Hornblende, u. m. enthalten kann. Zuweilen fehlt auch einer der Hauptbestandtheile. Der gemeine Granit ist derjenige, worin jene drey Hauptbestandtheile allein vorhanden sind. Die Verhältnisse der Mischung sind sehr verschieden, oft in demselben Felsstücke, mit vielfachen Abänderungen der Farbe und des Korns auf dem Bruche. Der Feldspath ist oft überwiegend. Der Granit verwittert, indem der Feldspath und Glimmer zu Thon, der Quarz zu Sand wird. Man gebraucht den Granit zum Bauen, zum Pflastern und auf andere Art. Die merkwürdigen ägyptischen Obelisken, die noch in Rom zu sehen sind, sind aus röthlichem Granit gehauen.

97. Der Gneiß besteht auch aus Feldspath, Quarz und Glimmer, die hier aber in einem schiefrigen Gefüge mit einander verbunden sind. Seine Theile sind inniger gemengt als bey dem Granit. In Ansehung der Grundtheile selbst und ihrer Mischungsverhältnisse ist der Gneiß sehr abgeändert. Er hat meistens viel mehr Glimmer als Quarz und Feldspath. Nicht selten enthält er auch andere Steinarten. Die Härte und Strengflüssigkeit macht dieses Gestein sehr nutzbar.

98. Der Glimmerschiefer besteht aus Glimmer und Quarz in einem schiefrigen Gefüge, ein sehr feuerfestes Gestein, daher er auch Gestellstein heißt, weil er bey Eisenöfen zum Gestelle, dem

Heerde, gebraucht wird. Zufällig finden sich Schörl, Granaten, Hornblende, Talk, Feldspath beygemengt.

99. Der Syenit besteht aus Hornblende, Feldspath und Quarz. Die Hornblende ist der charakterisirende Bestandtheil, der mit dem Feldspathe den größten Antheil auszumachen pflegt. Zufällig sind erhärteter Thon, Glimmer und Strahlstein beygemengt. Die Farbe ist meistens dunkelgrün. — Der Syenitschiefer enthält Hornblende und dichten Feldspath so genau verbunden, daß jene nur an der dunkelgrünen Farbe und dem eigenen Geruche beym Anhauchen erkannt werden kann.

100. Der Grünstein der Schweden hat zu Gemengtheilen Hornblende vornehmlich und Glimmer, zuweilen zugleich mit Quarz. Auch sind statt des Glimmers manchmahl Schörl und Granaten vorhanden. Im Bruche ist er schuppig, oft streifig. An der Luft zerfällt er. Die Farbe ist gewöhnlich dunkelgrün.

101. Der Porphyr besteht aus einer gewissen Hauptmasse, worin Feldspath, Quarz, oft auch Hornblende, Glimmer, Schörl eingemengt sind. Der Feldspath ist ein wesentlicher Bestandtheil in krystallinischer Form; der Quarz ist in größern oder kleinern Körnern eingesprengt, selten krystallisirt. — Der Thonporphyr ist die häufigste Gattung, worin die Hauptmasse ein verschiedentlich gefärbter, und ungleich harter Thon oder Jaspis ist. Wegen des Feldspaths verwittert der Porphyr leicht. Eine harte, mit vielem Quarz gemengte, Art nimmt eine schöne Politur an. Aus dem Alterthume sind Säulen, Altäre und große Begräbnißurnen von Porphyr noch unverändert vorhanden. Die Schriftsteller über die

Bau-

Baukunst pflegen den Porphyr mit unter die Marmorarten zu zählen.

Die Hauptmasse eines Porphyrs ist auch Hornstein, Pechstein, Quarz, Obsidian, Basalt, Feldspath, wovon der Porphyr seinen Unterscheidungsnamen erhält, als Hornsteinporphyr u. s. f. In dem Feldspathporphyr ist die Hauptmasse ein dichter Feldspath, welchem Quarzkörner beygemengt sind.

102. Der Grauſtein (Saxum metalliferum Bornii) besteht aus einem grauen oder blaulich erhärteten Thone mit häufigem schwarzen Glimmer, zu welchem Gemenge oft noch Feldspath, bisweilen auch Quarz und Kalk kommen. Das Gefüge ist weder schiefrig noch blättericht, sondern gleichförmig. In Ungarn und Siebenbürgen erzführend.

103. Die Grauwacke ist ein gar verschiedentliches Gemenge von Quarz und Kiesel- und Thonschiefer-Stücken, zuweilen mit etwas Glimmer, welches durch Thon oder Thonschiefermasse fest verbunden ist. Auf dem Harze macht sie das vorzüglichste Ganggebirge aus. Einige Abänderungen kommen dem grauen Sandsteine äußerlich sehr nahe. — Der Grauwackenschiefer besteht aus einer Menge auf und neben einander liegender glänzenden Blättchen, bisweilen mit Pflanzenabdrücken.

104. In dem Kieselfels (Hornfels) ist die Grundmasse Hornstein mit einer eingemengten andern Steinart. — In dem Serpentinfels ist die Grundmasse Serpentin. — In dem Speckſteinfels (Schneidestein, Lapis ollaris Wallerii) ist die Grundmasse Speckstein.

105. Wenn Bruchstücke irgend einer Steinart durch eine denselben gleichartige Masse zusammengekittet sind, so nennt man es eine Breccie. Dergleichen ist die Marmorbreccie, aus Marmorstücken mit Kalkerde zusammengebacken, die Breccia der Italiener; Kieselbreccie, aus meistens ovalen Kieseln, verbunden durch eine kieselartige Masse, der Puddingstone der Engländer; u. m. — Zusammengesetzte Breccien bestehen aus Bruchstücken von Steinen verschiedener Arten oder Geschlechter in einem ihnen ungleichartigen Kitte. Dahin kann man die Felsarten (104.) rechnen.

106. Der Mandelstein ist ein eisenschüssiger, erhärteter Thon, welcher länglicht runde Nieren von andern Steinarten enthält. Diese Stücke verwittern nicht selten, daher der Stein eine löcherichte Oberfläche erhält. Die Masse des Mandelsteins ist auch Basalt.

107. Die Sandsteine bestehen vorzüglich aus zusammengekitteten Quarzkörnern, oft noch mit beygemischten zermalmten Stücken anderer Steinarten. Das Bindungsmittel ist Thon in dem gewöhnlichen grobkörnigen oder feinkörigen Sandsteine, in dem Mühlsteine, dem Filtrirsteine, der zum Durchseihen des Wassers gebraucht wird, in dem Schleifsteine. Zuweilen ist es auch Kalk, Mergel oder Eisenocher.

I. Vulkanische Erd- und Steinarten.

108. Die Laven sind die durch unterirdisches Feuer mehr oder weniger geschmolzenen Steinmassen, welche die Vulkane oft in ungeheurer Menge auswerfen. Sie sind sehr verschieden, in Absicht

auf

auf den Grad der erlittenen Schmelzung, der Bestandtheile, der Mischung und Gestalt, der Härte, Dichtigkeit und Farbe. Einige sind völlig verglaset, wie der isländische Obsidian (69.), andere unvollkommen, wie die Schlacken eines Metalles, in sehr mannigfaltigen Gestalten, oft den Eisenschlacken sehr ähnlich. Sie sind bald dicht, bald löchericht, wie der schwarzgraue Stein, woraus die niederrheinischen sehr harten Mühlsteine gehauen werden. Oft enthalten sie andere Steinarten eingemengt. Die Laven verwittern mit der Zeit zu einem wirklichen Thone. Man gebraucht sie zum Steinpflaster, zu Mauern, die der Nässe ausgesetzt sind, einige zu feinen Arbeiten.

109. Vulkanische Erden sind theils die nicht geschmolzenen, sondern bloß durchgebrannten zermalmten Steinarten, welche bey einem Ausbruche ausgeworfen werden, theils zertrümmerte oder zerfallene vulkanische Produkte. Aus diesen entstehen durch Erhärtung und Zusammenbacken die vulkanischen Tophen (Tufa) und Breccien, die zum Theil wegen ihrer Leichtigkeit zum Bauen nützlich sind. Der Piperino ist eine solche von vorzüglicher Art. — Vorzüglich merkwürdig ist die Pozzolanerde und die daraus durch Erhärtung entstandene steinartige Masse, der Traß (Tarras), vulkanische Produkte, die wegen ihres Gehaltes an Eisen und stark gebrannter Thonerde in der Baukunst sehr wichtige Dienste leisten, da sie dem Kalke beygemischt einen Mörtel geben, der ungemein leicht trocknet und selbst unter Wasser bindet. Die Pozzolanerde ist ein lockeres, schwärzliches, braunes oder rothes Pulver. Der Traß enthält etwas mehr Kalk und fremde Beymischungen. Derjenige, der im Handel vorkommt,

wird längs dem Rheine, von Darmstadt bis Köln, gebrochen.

110. Der Bimsstein ist in solcher Menge auf der in alten Zeiten vulkanischen Insel Lipari vorhanden, daß Europa daher fast allen seinen Verbrauch erhält. Ganze Berge bestehen daselbst aus Bimsstein, und die ganze Insel scheint darauf zu ruhen. Die benachbarte noch brennende Insel Vulkano wirft auch Bimsstein aus; allein der Aetna gar keinen, und der Vesuv nur einzelne wenige Stücke. Bey den Vulkanen auf Island, und auf den vulkanischen Inseln Teneriffa und Tanna, wird Bimsstein angetroffen, bey den isländischen in ungeheurer Menge. Auf den erloschenen Vulkanen in Sicilien, Italien, Frankreich, Spanien und Portugal wird der Bimsstein, wie Dolomieu behauptet, nicht gefunden. Der Bimsstein scheint also eine gewisse, durchs Feuer veränderte, Steinart zu seyn, welche sich nur in den Heerden einiger Vulkane befindet, vielleicht ein Granit. Derselbe kann theils durch Wasser in nicht vulkanische Gegenden geschwemmt, theils durch Erdbrände oder auf eine uns unbekannte Art entstanden seyn. Lehrreich ist, was Dolomieu in dem Berichte von seiner Reise nach den liparischen Inseln über den Bimsstein aus sorgfältigen Untersuchungen vorträgt: S. 63 — 72. S. 135 — 147.

* * *

111. Die eigenthümlichen Gewichte einiger Steinarten sind folgende, die des Wassers 1000 gesetzt, aus Brisson's Werke: Pesanteur spécifique des corps, a Paris 1787. Die mit K bezeichneten Angaben sind aus Kirwan's Mineralogie genommen.

Dichter

Dichter Kalkstein	1386 — 2468
Marmor	2549 — 2858
Gyps	2168 — 2312
Flußspath	3094 — 3191
Schwerstein	6066
	5000 — 6070 K.
Thonschiefer	2672 — 2853
Jaspis	2359 — 2816
Basalt	2415 — 2864
—	2780 — 3021 K.
Glimmer (Mica)	2655 — 2900
Gemeiner Feldspath	2437 — 2700 K.
Opal, edler	1700 — 2144 K.
Diamantspath, chinesischer	3873
— —	3710 (Klaproth)
Bergkrystall	2650 — 2653
Feuerstein	2582 — 2594
Hornstein	2532 — 2654 K.
Chalcedon	2587 — 2664
Karneol	2613 — 2630
Chrysopras	2479 K.
Zeolith	2070 — 2214 K.
Lasurstein	2767 — 2945
Schwarzer Stangenschörl	2920 — 3212 K.
Granat	4063 — 4189
Smaragd	2775
Rubin, orient. 4823;	brasil. 3531
Sapphir, — 3994;	— 3131
Topas, — 4011;	— 3536
Zirkon 4416;	— 4625 Klaproth
Hyacinth	3687 — 3760 K.
Speckstein	2583 — 2790
Serpentinstein	2264 — 2710
Amiant	909 — 2313
Nephrit	2950 — 2983

Schwerspath	4423 — 4441
Strontianit	3400 — 3644
Granit	2539 — 2956
Porphyr	2676 — 2793
Sandstein	1933 — 2611
Diamant, orient. weißer	3521
— brasil. —	3444.

III. Die Metalle und ihre Erze.

112. Die Metalle werden in ihrem einfachen (reguliniſchen) Zuſtande ganz rein und unvermiſcht ſelten oder gar nicht angetroffen. Inzwiſchen nennt man ein Metall gediegen, wenn es in einem Gemenge reguliniſcher Metalle hervorſticht, und die Merkmahle zeigt, woran es ſonſt äußerlich erkannt wird. So findet ſich die Platina immer, Gold, Silber, Wismuth häufig, auch Queckſiber, Kupfer und Arſenik.

113. Einige Metalle ſind oft andern Foſſilien in unſichtbaren kleinen, aber reguliniſchen, Theilen eingemengt oder von ihnen umhüllt, daß ſie oft ohne Feuer, oder auch im Feuer vermittelſt eines gehörigen Zuſatzes, leicht davon getrennt, und als Metall dargeſtellt werden können. So das Gold am häufigſten oder vielleicht immer, wenn es nicht gediegen iſt, das Silber häufig, und zuweilen das Queckſilber. In ſolchen Verbindungen nennt man das Metall verlarvt.

114. Oft wird ein Metall oxydirt (verkalkt) (Naturl. 351.), ohne den metalliſchen Glanz und Zuſammenhang, angetroffen. So Eiſen, Kupfer, Bley, Zinn, Zink, Kobalt häufig, andere Metalle ſeltener oder gar nicht. Solche Oxyde (Kalke) werden nicht

immer

immer ungemischt seyn. Eisenoxyd ist einigen Oxyden beygemengt.

115. Wenn das Oxyd (der Kalk) eines Metalles durch Säuren aufgelöset, oder mit andern Körpern innig vereinigt ist, so nennt man das Metall in diesem Zustande vererzt oder mineralisirt. Der mit dem Oxyd innig vereinte fremde Stoff heißt das Vererzungsmittel, welches am häufigsten Schwefel und Arsenik, einzeln oder beide, sind. Oft sind noch metallische Oxyde, Erden und andere Metalle beygemischt. Die Verbindung aller dieser ungleichartigen Materien heißt ein Erz. Enthält das Erz beträchtlich mehr Schwefel, Arsenik und unmetallische Erde als Metall, so bekommt es den Namen Kies.

116. Die Erze finden sich häufig in Gestein von verschiedener Art eingemengt, besonders in Quarz und Spath, als in Kalkspath, Flußspath, Schwerspath. Das Gestein, welches die Erze einschließt, nennt man die Gangart, das Ganggestein, wenn es die großen Klüfte der Gebirge, als eine von dem Gesteine derselben oder der Bergart unterschiedene Masse, ausfüllt. Die Klüfte heißen in diesem Falle Gänge. In den Flözgebirgen, die aus abwechselnden Erdschichten und Steinlagern bestehen, sind diese selbst die Lagerstätte der Erze. Bisweilen sind auch in einem großen Raume eines Gebirges, der von unzählig vielen, ganz schwachen, kleinen Gängen durchzogen wird, die erzführenden Massen angehäuft; dieses heißt ein Stockwerk. Wenn die Erze nur an einzelnen Stellen gefunden werden, so sagt man, daß sie nester-, drusen-, oder nierenweise brechen.

117. Die mineralogische Betrachtung der Metalle beschäftigt sich mit den Gestalten, in welchen

die Natur sie liefert. Die Erze werden gewöhnlich zu demjenigen Metalle gerechnet, welches unter den in ihnen enthaltenen das wichtigste ist, wenn es auch in geringerer Menge als die andern vorhanden seyn sollte.

118. Das Platinum erhalten wir in kleinen, eckigen, glatten Körnern, die eine dunkle zinnweiße Farbe haben, oft mit eisenschüssigem Sande vermengt sind, auch Goldtheilchen enthalten, zuweilen mit Queckſilber in dem Innern. Mit Eisen ist es innigst gemischt. Man hat es bis jetzt nur in den südamerikanischen Landschaften, Neu-Granada, Popayan und Choko, theils in eigenen Gruben, theils in Goldgruben, theils an Flüssen, hin und wieder in der Nähe feuerspeyender Berge gefunden.

119. Das Gold findet sich häufig gediegen, weil es nicht leicht verkalkt und aufgelöset wird. Selten ist es aber ohne Beymischung von Silber, Kupfer, auch wohl von Eisen. Es findet sich in manchen Gestalten, in unbestimmter (derb), blättricht, zackig, zweigig, haarförmig, gestrickt, auch kryſtallisirt in Octaedern und Würfeln, und angeflogen oder auf andern Körpern aufgestreuet. In dem Sande der mehresten Flüsse kommt es in zarten Theilen vor, und heißt hier Waſchgold. — Verlarvt findet sich das Gold oft in Gang- und Erzarten. — Vererzt ist es selten oder vielleicht gar nicht. Einiges Gold, oft aber nur sehr wenig, besitzen fast alle Länder; das meiste findet sich in Ländern, die dem Äquator nahe liegen.

120. Das Silber kommt häufig gediegen vor, aber mit andern Metallen, Gold, Kupfer, Eisen, Spießglas, versetzt. Die Gestalt ist mancherley, etwa

so

so wie bey dem Golde. Es findet sich auch krystallisirt in Octaedern oder Würfeln. Selten findet sich das Silber verkalkt. Verlarvt und vererzt ist das Silber häufig. Sehr reich (bis 75 Procent und darüber) ist das bleygraue, schwere, und zum Schneiden weiche Silberglanzerz (Glaserz), worin das Silber mit Schwefel verbunden ist. Dieses findet man, wie das gediegene Silber, in mancherley Gestalten, auch krystallisirt. — Das spröde Silberglanzerz ist ein eben so reiches Erz als das vorhergehende, unterscheidet sich aber durch eine dunklere Farbe und durch seine Zerreiblichkeit. Es ist mit Antimonium und Eisen durch Schwefel vererzt. — Das Rothgültigerz (Rothgülden) ist ebenfalls ein sehr reiches Silbererz (60 oder 70 Procent) mit Antimonium durch Schwefel, der mit Schwefelsäure verbunden ist, vererzt, in verschiedenen, auch krystallinischen, Gestalten. Es hat theils eine dunkle Cochenillfarbe, theils eine lichtere, ist oft durchscheinend und sehr schwer. — Das Weißgültigerz (Weißgülden) ist Silber mit beträchtlich vielem Bley, etwas Antimonium und ein wenig Eisen durch Schwefel vererzt. Es ist schwer, sehr hell bleygrau, metallisch glänzend und weich. Es enthält zuweilen $\frac{1}{5}$ Silber, zuweilen sehr wenig. — Das Hornerz oder natürliches Hornsilber enthält Silber durch Kochsalzsäure mit etwas Eisenerde mineralisirt. Es ist sehr schwer, weich zum Schneiden, in dünnen Scheiben durchsichtig wie Horn, und an Silber reich, bis zu 70 Procent aber selten. Am Lichte schmilzt es wie Wachs, mit einem dicken, weißen, stinkenden Dampfe. — Das Silber findet man in mancherley Gangarten, fast nur in Ganggebirgen, in vielen, auch in sehr nördlichen, Ländern.

121. Das Queckſilber zeigt ſich gediegen in Tropfen auf Queckſilbererzen und Geſtein. Mit Silber vermiſcht iſt es in dem natürlichen Silberamalgama, welches vollkommenen Metallglanz hat. Durch Schwefel und Kochſalzſäure vererzt iſt es in dem Hornqueckſilber oder natürlichen Sublimat, in verſchiedenen, auch kryſtalliniſchen, Geſtalten. Durch Schwefel verlarvtes Queckſilber iſt der Zinnober von verſchiedentlich rother Farbe, theils reiner (weich, ſchuppig, körnig, kryſtalliſirt), theils unreiner. Der letztere, wenn das Queckſilber ſehr wenig oxydirt iſt, heißt Lebererz, zu Idria das vorzüglichſte; mit Erdpech vermiſcht, Queckſilberbranderz. Dieſes brennt mit Flamme und dickem widrigen Rauche, iſt oft ſehr reich, bis 86 Procent. — Das Queckſilber findet ſich meiſtens in Kalkarten, Thon, Quarz, natürlichen Eiſenkalken, gewöhnlich in eigenen Gruben. Die nördlichen Gegenden der Erde liefern wenig oder gar kein Queckſilber. Bey Idria in Krain iſt ein berühmtes Queckſilberbergwerk. Peru, Chili, die Unterpfalz, Ungarn, Italien, Spanien ſind an dieſem Metalle reich.

122. Das Kupfer wird häufiger als ein anderes der unedlen Metalle gediegen angetroffen, vermuthlich weil es oft durch Eiſen aus den Vererzungsmitteln gefällt wird. Es kommt in verſchiedenen Geſtalten, auch kryſtalliſirt vor, vorzüglich ſchön in den Gruben von Cornwallis. Hierher gehört auch das Cementkupfer, welches aus kupfervitriolhaltigen Waſſern durch Eiſen gefällt wird, z. B. in Ungarn. — Das rothe Kupfererz iſt kalkförmiges, zuweilen kryſtalliſirtes Kupfer, mehr oder weniger von Cochenillfarbe, ein reiches Erz, das bis 70 Pfund Kupfer im Centner hält. — Das Kupferziegelerz hat

von

von beygemischtem Eisen eine Ziegelfarbe, ist meistens erdig, und giebt in einigen Gruben 54 Pfund Kupfer aus dem Centner. — Kupferlasur ist Kupferkalk von verschiedener blauer Farbe. Das Bergblau, ein Farbematerial, ist ein solcher Kalk. Oft durchzieht oder bekleidet das Bergblau die Gangart in den Kupfergruben. So entsteht u. a. der armenische Stein, der gewöhnlich größtentheils aus einem dichten Kalksteine besteht. — Der grüne Kupferkalk in erdiger Gestalt heißt Kupfergrün; in verhärteter, Malachit.

Am häufigsten findet man das Kupfer vererzt. Das Kupferglanzerz (Kupfer durch Schwefel mineralisirt) ist ein reiches Kupfererz, 50 bis 80 Procent im Gehalte, schwarz oder grau von Farbe, oder bunt angelaufen, und schneidbar. — Das Fahlerz (schwarzes Kupfererz) ist ein durch Schwefel mineralisirtes, und mit Eisen und Arsenik vermischtes, Kupfer. Die Farbe ist wie die des vorhergehenden, aber es läßt sich nicht schneiden. Es ist eins der gemeinsten Kupfererze, das bis 60 Procent und oft $1\frac{1}{2}$ Procent Silber enthält. — Der Kupferkies (gelbes Kupfererz), ein durch Schwefel mineralisirtes und mit Eisen vermischtes Kupfer, von Messing- oder Goldfarbe, ist ein sehr gemeines Kupfererz, das bis 17 Procent enthält, und in manchen Gestalten, auch krystallisirt, vorkommt. — Hierher gehört auch noch der Kupfervitriol (12.), in welchem die Vitriolsäure das Vererzungsmittel ist. — Kupfer wird in allen Arten von Gebirgen, bald in dieser, bald in jener Gangart angetroffen.

123. Das Eisen ist in sehr vielen Erd- und Steinarten, und in vielen Erzen anderer Metalle zugegen, es verbindet sich leicht mit Säuren und brenn-

baren

baren Mineralien; aber weil es so leicht verkalkbar ist, wird es in den Erzgängen sehr selten gediegen angetroffen, daher man diesen Zustand desselben lange bezweifelt hat. Desto merkwürdiger sind die großen Eisenmassen, welche in verschiedenen Gegenden frey liegen. In Sibirien am Jeniseiflusse ist eine gediegene Masse Eisen von 1600 Pfund gefunden; in der Provinz Chako, einem Theile von Paraguay sogar eine Eisenmasse von ohngefähr 300 Centner, am Cap in Südafrika eine Masse von 300 Pfund. Am Senegal und in Mexiko liegen große Massen zerstreuet. Merkwürdig ist, daß diejenigen Eisenmassen, welche der Sage nach aus höheren Regionen herabgefallen seyn sollen, ein wenig Nickel enthalten, dagegen solches gediegene Eisen, das unbezweifelt von unterirdischen Lagerstätten herstammt, etwas Bley und Kupfer enthält.

Das meiste Eisen findet sich mehr oder weniger verkalkt, fast immer mit Braunstein, oft in beträchtlicher Menge, versetzt, mit Kohlensäure verbunden, und bisweilen vererzt, alles in sehr mannigfaltigen Gestalten. Meistens wird es in Lagen oder Flözen, in keiner beträchtlichen Tiefe unter der Erde, angetroffen; in Sibirien, Lappland, Schweden, auf der Insel Elba sind ganze Berge von Eisenkalk und nicht selten sind Holz und Schalenthiere damit durchdrungen oder angefüllt. Der merkwürdigste Eisenkalk ist der Magnet oder magnetische Eisenstein (Naturl. 180.), in welchem das Eisen dem magnetischen Zustande sehr nahe kommt. Einige Eisenkalke werden vom Magnet gezogen, ohne selbst Eisenfeile anzuziehen. Dergleichen sind meistens der Eisenglanz und der Eisenglimmer, von spiegelnder Fläche und blätterichtem Gewebe. — Bey einem höhern Grade der Oxydirung wird das Erz roh, ohne geröstet

röstet zu werden, nicht vom Magnet gezogen. Den verhärteten Eisenkalk nennt man Eisenstein, den lockern oder erdartigen Eisenocher. Der Glaskopf ist ein Eisenstein, häufig mit einer in Gestalt größerer oder kleinerer Kugeln gewölbten Oberfläche, reich an Eisen, hart und schwer. Der rothe Glaskopf (Blutstein) giebt einen rothen Strich, andere färben braun oder gelb ab. Der thonartige Eisenstein ist hart und schwer, sehr eisenhaltig. Der Röthel ist ein solcher. Der gelbe, braune, oder rothe Eisenocher gehört zu den thonartigen Eisenkalken, und ist vermuthlich aus verwitterten Eisenerzen entstanden. — Der Schmirgel, der zum Schleifen dient, ist ein mit Kieselerde in großer Menge vermischter Eisenkalk. — Der Eisenspath oder Stahlstein ist Eisenkalk mit Braunstein und Kalkerde vermischt, und durch Kohlensäure gewissermaßen krystallisirt. Er hat immer eine spathartige Gestalt. Schon durch die erste Schmelzung liefert er die Masse zum Rohstahl. Er findet sich häufig, zum Theil in mächtigen Lagern, in abgesonderten Stücken, auch als Gangart. Es ist eines der besten Eisenerze. — Das Eisensumpferz oder Raseneisenstein ist Eisen mit Phosphorsäure mineralisirt, von einer erdartigen Gestalt. Es findet sich in niedrigen Gegenden, als in Wiesen, Morästen und Seen, nie in einer beträchtlichen Tiefe unter der Erde, und giebt ein kaltbrüchiges Eisen. Die blaue Eisenerde oder natürliches Berlinerblau besteht auch aus Eisen und Phosphorsäure, von welcher letztern es mehr als das Sumpferz enthält. — Die Verbindung des Eisens mit der Vitriolsäure ist schon (12.) erwähnt. — Der Schwefelkies (Pyrites sulphureus) besteht vorzüglich aus Schwefel und Eisen, von jenem oft bis $\frac{2}{3}$ des Ganzen. Er ist meistens

messing-

meſſinggelb, ſchwer, ſpröde, hart, daß er am Stahl Funken giebt, und ſchmilzt im Feuer leicht. Er kommt in manchen Geſtalten vor; der kryſtalliſirte heißt Markaſit. Man nutzt ihn nicht auf Eiſen, ſondern auf Schwefel, Vitriol und Alaun; gebraucht ihn auch, durch ſeine Leichtflüſſigkeit ſtrengflüſſige Erze in Fluß zu bringen. Er findet ſich in allen Gebirgen, die man bisher unterſucht hat, beynahe mit allen Arten von Foſſilien vergeſellſchaftet, am häufigſten in Kalkarten, in Gängen, Flözen und Neſtern, los oder angewachſen. — Der Leberkies oder Waſſerkies enthält weit mehr Eiſen als der Schwefelkies, und wird auf Eiſen genutzt. Die Farbe iſt graubräunlich. Seine Geſtalten ſind wie die des Schwefelkieſes, aber weniger abgeändert. — Das Eiſenbranderz iſt Eiſenocher mit Erdharze verbunden.

124. Das Bley wird gediegen nicht gefunden. Es kommt häufig verkalkt vor, ſeltener ſtaubartig oder zerreiblich, Bleyocher; öfterer wie trockener Thon zuſammengebacken, von verſchiedenen Farben, Bleyerde; oder wie Glimmer glänzend und im Bruche blättericht, Bleyglimmer; oder durchſcheinend, und ſpröde wie Glas, natürliches Bleyglanz (Bleyglas), häufig halbhart, im Bruche blättericht; von Geſtalt kryſtalliniſch, mit Kohlenſäure, Bleyſpath, von weißer, gelber, rother Farbe. Die Bleyſpathe brechen ſehr oft in Quarz, und geben 45 bis 75 Pfund Bley aus dem Centner.

Vererzt iſt das Bley ſelten durch Schwefelſäure, Bleyvitriol; oder durch Waſſerbleyſäure, gelbes Bleyerz; öfterer durch Phosphorſäure, grünes Bleyerz, welches kryſtalliſirt grüner Bleyſpath heißt; oder durch Phosphor- und Arſenikſäure zugleich; bisweilen durch Kochſalzſäure, natür-

türliches Hornbley. — Die eigentlichen Bleyerze haben alle Metallganz, und schmelzen leicht im Feuer. In dem Bleyschweife ist das Bley durch Schwefel mineralisirt, mit einer Beymischung von Eisen und Zink. Die Töpfer bedienen sich desselben zur Glasur. Der Bleyglanz ist auch ein durch Schwefel mineralisirtes und silberhaltiges Bley. — Das Bley kommt am häufigsten in Gängen, doch auch als Geschiebe, selten in Flözen; bald in dieser, bald in jener Gangart, am häufigsten in Kalkarten vor.

125. Das Zinn wird nie oder höchst selten gediegen gefunden. Am gewöhnlichsten findet es sich in Gestalt eines erhärteten Kalkes, mit Eisenkalk gemischt, zuweilen mit Arsenikkalk und Kobaltkalk fein gemengt. In gemeiner oder unbestimmter Gestalt heißt derselbe Zinnstein, krystallisirt, Zinngraupen in größern, Zinnzwitter in kleinern Krystallen, meistens versteckt eingewachsenen Octaedern. Dieser Zinnkalk ist dunkelbraun oder schwarz und außerordentlich schwer. Man findet den Zinnkalk auch halbdurchsichtig und spathförmig, Zinnspath. — Zinnbergwerke sind in Europa nur in England, Sachsen und dem angränzenden Theile von Böhmen. In Schlesien findet sich Zinn, bis jetzt aber nur sehr wenig; etwas in Spanien bey Mouterrei in Gallizien. Siam, China, Japan, Mexiko, Chili haben Zinn.

126. Das Zink wird nie gediegen angetroffen. Der Kalk des Zinks mit etwas Kieselerde, Alaunerde und Eisen verbunden, macht den Galmey (lapis calaminaris) aus, dessen Farbe weiß, gelb, bräunlich oder röthlich, mit dem Ansehen eines Thons, ist, von welchem er sich aber durch die Schwere sehr unterscheidet. — Der Zinkspath ist ein bloß mit

Kohlensäure verbundener Zinkkalk, von blätterichtem Gewebe, mehr oder weniger durchsichtig, von unbestimmter Gestalt oder krystallisirt. Die Verbindung mit der Vitriolsäure giebt den Zinkvitriol (12.). — Sehr häufig vereinigt sich das Zink durch Vermittelung des Eisens mit Schwefel zu einem Erze, das Blende genannt wird, welches nach Verjagung des Schwefels wie Galmey zur Bereitung des Messings genützt wird. Dieses Erz findet sich oft in mehr oder minder durchsichtigen Krystallen. Einige Blenden haben die Eigenschaft, durch das Streichen mit einer Nadel im Dunkeln zu phosphoresciren.

127. Das Antimonium (Spießglanz) wird selten gediegen gefunden; verkalkt ebenfalls selten. Am gewöhnlichsten ist es durch Schwefel vererzt, meistens von stahlgrauer Farbe, selten dicht oder blätterich, sondern mehrentheils strahlig, bisweilen krystallisirt. Das Federerz besteht aus Krystallen, die so fein wie Haar sind. In dem rothen Spießglanzerze ist noch Arsenik beygemischt. Das graue Spießglanzerz wird in Kalk- und Thonarten, in Flußspath und Quarz, häufig in Ungarn gefunden. — Zu den in der Naturlehre (377.) angeführten Benutzungen gehört noch die Verfertigung künstlicher Bleystifte aus dem durch Schwefel vererzten Antimonium, oder noch besser aus dem gediegenen und dem durch Kunst bereiteten reguliniſchen Metalle.

128. Das Wismuth wird oft gediegen gefunden, von silberweißer, ins Röthliche fallender, Farbe, auch taubenhälsig oder pfauenschweifig, gestrickt (netzartig), würflicht krystallisirt, zart gefiedert, oder sonst gebildet, in größern Stücken oder eingesprengt. — Der Wismuth-Ocher ist meistens

stens auf verwitterndem gediegenen Wismuth oder Wismutherzen angeflogen. — Der Wismuthglanz ist ein mit Schwefel mineralisirtes Wismuth, meistens zinnweiß, schneidbar, zuweilen noch mit etwas Eisen, oder Arsenik, oder Kobalt verbunden.

129. Das Magnesium *) (Braunstein) findet sich nie gediegen, sondern immer verkalkt. Der graue Braunsteinkalk (Braunstein) ist schwer, abfärbend, meistens strahlicht gestaltet. Man findet ihn in einzelnen Stücken so wohl in Gang- als in Flözgebirgen, am häufigsten in Schwerspath, und fast in allen Eisenerzen, besonders im Stahlsteine. — Der schwarze Braunsteinkalk ist dem grauen ähnlich. — Eine Art Braunstein, welche sich als eine schwarze Erde in Derbyshire, zuweilen in sehr mächtigen Lagern, findet, entzündet sich, wenn sie mit etwas Leinöl gemischt wird, nach einiger Zeit. Sie muß nur vorher durch starke Erwärmung getrocknet werden. Der rothe Braunsteinkalk ist zum Theil so hart, daß er am Stahle Funken giebt. Er nimmt daher eine gute Politur an, und wird geschliffen.

130. Das Nickel findet sich nirgends rein, besonders nicht ohne Gesellschaft des Eisens, mit welchem zugleich es von der Vitriolsäure aufgelöset im Nickelvitriol vorkommt. Immer ist es mit Kobalt sehr gemengt, entweder in Gestalt eines Ochers oder als Erz, Kupfernickel. Das letztere hat zwar eine Farbe wie Kupfer, enthält aber gewöhnlich kein Kupfer, dagegen immer Eisen, Kobalt und Arsenik mineralisirt.

131. Das Kobalt wird nie gediegen angetroffen. Oft ist es verkalkt, Kobaltocher, von schwar-

*) Magnesia ist Bitterſalzerde.

zer, brauner, gelber Farbe, mit Eisenkalk oder Arsenikkalk verbunden. Die Gestalten sind ziemlich verschieden, unter andern auch traubig und nierenförmig. — Das mit Arsenikſäure mineralisirte Kobalt ist pfirsichblüthroth; krystallisirt, Kobaltblüthe. — Das mit Arsenik mineralisirte und mit Eisen gemischte heißt theils grauer theils weißer Speißkobalt; das durch Schwefel und Arsenik vererzte mit wenigem oder gar keinem Eisen verbundene heißt Glanzkobalt. Das letztere ist das vornehmste Kobalterz, glänzend und weiß wie Zinn, hart, oft krystallisirt. Bis jetzt liefert Tunaberg in Schweden dieses kostbare Erz fast allein in einiger Menge und von vorzüglicher Güte.

132. Das Arsenik wird gediegen angetroffen. Es ist sehr schwer, klingend, schneidbar, nicht leicht ohne Eisen. Das blätterichte heißt Fliegenstein; das schalige, Scherbenkobalt. — Der reine Arsenikkalk, oder gediegenes weißes Arsenik, findet sich als Mehl oder zusammengesintert. — Mit Schwefel mineralisirtes Arsenik ist Rauschgelb; das gelbe (Operment, Auripigment,) enthält weniger Schwefel als das rothe (Sandarak), oder hat noch einen eigenen Bestandtheil. Denn es schmilzt nicht so leicht im Feuer als dieses, und läßt sich im Feuer nicht ganz auftreiben, wie eben dasselbe. — Die Verbindung von Arsenik und Eisen macht den Mispickel, von silber- oder zinnweißer Farbe; mit Schwefel und Eisen mineralisirtes Arsenik ist Giftkies, der am Stahle Funken giebt, mit einem arsenikalischen Geruche. — Das meiste Arsenik gewinnt man bey dem Rösten der Zinn- und Kobalterze, indem der arsenikalische Ruß (Hüttenrauch) in langen gebogenen Rauch- oder Giftfängen in Mehlgestalt gesammelt wird.

Zu

Zu den bis hierher angeführten ältern Metallen sind noch einige durch die Aufmerksamkeit und Zerlegungskunst der neuen Chemisten gekommen. Sie und die Astronomen haben mit einander gewetteifert, die Kenntniß der Naturkörper zu erweitern.

133. Das Wasserbley (Molybdaenum) hat eine lichte bleygraue Farbe, und inwendig metallischen Glanz; ist nicht viel schwerer als Schwerspath, sehr weich, fühlt sich fett an, färbt etwas ab, und erscheint meistens in blätterichter Gestalt. Es enthält etwa 40 Procent Schwefel, und 60 Wasserbleysäure (Naturl. 309.), aus welcher ein schwedischer Chemist, Hjelm, und Pelletier in Frankreich ein reguliniſches Metall erhalten haben. Das Wasserbley findet sich gewöhnlich in abgesonderten Stücken, bey Zinnerzen, magnetischen Eisenerzen, Kupferkiesen und Wolfram. Es ward sonst mit dem Schreibbley oder Reißbley für einerley gehalten, welches demselben zwar äußerlich ähnlich, aber ein ganz anderes Mineral ist. Das Wasserbley ist wenigstens doppelt so schwer als Schreibbley. Geigenharz mit jenem gerieben wird elektrisch, mit Schreibbley nicht. Scheele hat beide Minerale zuerst unterschieden, in dem Wasserbley eine eigene Säure gefunden, und sie schon für eine metallische angesehen.

134. Der Wolfram ist bräunlich, fast dunkelschwarz, beträchtlich schwer (7,12), weich und spröde, im Bruche geradblätterich. Er findet sich in abgesonderten Stücken, auch wohl krystallisirt, bey Zinnerzen, und besteht aus einem gelben Kalke, welcher die Basis einer eigenen Säure ist, mit Eisen- und Braunsteinkalk gemischt. Diese Säure war von dem trefflichen Scheele in dem sonst für ein Zinnerz gehaltenen Tungstein entdeckt worden, daher sie auch

den Namen Tungsteinsäure erhielt. Bald hernach fand d'Elhuyar, daß sie auch in dem Wolfram, einem bisher sehr räthselhaft gewesenen Mineral, steckt. Man nennt die Säure jetzt ihrem Entdecker zu Ehren oft Scheele's Säure, und das Geschlecht der Minerale, worin sie enthalten ist, Scheelgeschlecht. Es begreift den Tungstein oder Schwerstein (33.), und den Wolfram.

135. Das Uraniumgeschlecht begreift das Uranerz (sonst Pecherz oder Pechblende), den Uranglimmer und den Uranocher. Das Uranerz ist Uranium, durch Schwefel vererzt, schwarz oder schwärzlich, spröde. Der Uranglimmer ist Urankalk durch Kupfer grün gefärbt, in verschiedentlichen kleinen Krystallen. Der Uranocher ist gelber Urankalk, weich, abfärbend.

136. Von den neuesten Metallen, dem Titanium, Tellurium und Chromium ist in der Naturlehre (383. 384. 388.) hinlängliche Nachricht gegeben worden. — In einem Mineral aus Nordamerika, das einer Eisenstufe ähnlich ist, glaubt Hatchet in England ein neues Metall gefunden zu haben, welches er Columbium nennt. — Noch ein neues meint Eckeberg in Schweden in zweyerley Erzen, die in Finnland brechen, entdeckt zu haben; er nennt es Tantalum.

IV. Brennbare Mineralien.

137. Das Unterscheidende dieser Classe zeigt die Benennung an. Zwar sind unter den Metallen auch verbrennliche Körper, in der gemeinen Bedeutung des Wortes, allein wegen der Beschaffenheit ihres Stoffes werden sie den andern Metallen beygesellt. Aus eben

diesem

diesem Grunde gehört der Diamant zu den verbrennlichen Fossilien, wenn gleich die äußere Beschaffenheit ihm unter den Steinarten den ersten Platz in dem Wernerischen System verschafft. Seine innere stellt ihn zunächst neben zwey unansehnliche, schmutzige Steinarten, die Kohlenblende und den Graphit.

Den Diamant ausgenommen sind die Körper dieser Classe von geringer Härte und Schwere, von Farbe meistens braun oder schwärzlich, seltener gelb oder röthlich. Im Allgemeinen zeichnen sie sich durch den Geruch aus, den sie an sich, oder gerieben, und besonders im Brennen von sich geben. Was sie besonders merkwürdig macht, ist der Beweis, den sie von mächtigen, weit verbreiteten, noch dauernden chemischen Wirkungen unter der Erdfläche, darbieten.

138. Daß der Diamant ganz verbrennlich ist, und aus reinem Kohlenstoffe besteht, ist in der Naturlehre (405.) gezeigt worden. Der rohe Diamant hat entweder eine runde Gestalt wie ein Kiesel, oder ist krystallisirt, entweder als ein Octaedron (doppelte vierseitige Pyramide), oder als ein Tetraedron (gleichförmig dreyseitige Pyramide), oder als eine sechsseitige Säule mit dreyseitigen Endspitzen, der Abänderungen nicht zu gedenken. Die Farbe ist gewöhnlich blaßgrau, oft gelblich, selten eine andere; sein Glanz durchs Schleifen nähert sich dem metallischen; seine Härte ist größer als die jedes andern Steins, weßwegen er mit seinem eigenen Pulver, dem Diamantborde, oder mit dem Diamantspath, geschliffen werden muß. Die Diamanten werden in Ostindien und Brasilien, meistens los und von außen mit einer unansehnlichen Erde überzogen, in der Dammerde oder im Sande, und in sandigen Adern der Felsen, auch in dem Sande der Flüsse gefunden.

Der größte bekannte Diamant ist in dem Schatze der portugiesischen Krone. Er ist noch roh, und wiegt 1680 Karat oder 11⅔ Unzen *). Vielleicht ist er nicht ächt. — Der unter dem Namen Pitt bekannte Diamant, welchen der Regent in Frankreich, Philipp von Orleans, für die Krone kaufte, hielt ungeschliffen 410 Karat; geschliffen wiegt er 135 Karat; ward mit 135000 Pfund Sterling bezahlt **). Brisson hat denselben 529$\frac{1}{16}$ grains, poids de marc schwer gefunden, welches 8 Grains mehr sind. — Der große Diamant in dem Russisch-Kaiserlichen Reichsscepter hat 450000 Rubel gekostet ***). Er soll 194¾ Karat wiegen.

139. Die **Kohlenblende** ist ein schwarzer, sehr spröder und bröckliger, Körper, in der Ferne den Steinkohlen ähnlich. Sie besteht bloß aus Kohlenstoff mit 4 — 5 Procent Thonerde und sehr wenig Sauerstoff gemischt. In der atmosphärischen Luft ist sie unter Anwendung der gewöhnlichen Hülfsmittel nicht zum Brennen zu bringen, daher diese Substanz auch unverbrennliche Steinkohle genannt worden ist. Durch Hülfe der Lebensluft wird sie in kohlensaures Gas verwandelt. Sie findet sich zuweilen in eignen Gebirgsschichten, öfter aber in Steinkohlenflözen mit mancherley Abänderungen.

140. Der **Graphit** (Reißbley, Schreibbley) ist dunkelgrau oder bräunlich schwarz, mit metallischem Glanze, im Bruche gekrümmt dünnschiefrig, weich,

*) Es gehen 150 Karat nahe auf eine Unze Holländ. Troygewicht, oder 17 Karat auf das Gewicht eines Holländ. Ducats. Ein Karat hat 4 Gran.

**) Götting. gel. Anz. 1798. St. 165. aus Pennant's View of Hindostan.

***) Pallas Reise in den Jahren 1793. 1794. S. 254.

reich, abfärbend. In verschlossenen Gefäßen leidet er durch heftige Hitze keine Veränderung, unter dem Zutritte der Luft aber wird er bey anhaltendem Glühen größtentheils verflüchtigt, und es bleibt nur etwas Eisenoxyd zurück, wenn er rein war. Mit Salpeter verpufft er im Glühen sehr lebhaft; die dabey aufgefangene Luft enthält kohlensaures Gas, und auch das rückständige Laugensalz ist kohlensauer, wie bey dem Verfahren mit Kohlen (Naturl. 288. 289.). Wird Graphit mit ätzendem fixen Alkali in einer Retorte geglühet, so entbindet sich viele brennbare Luft, das Alkali ist kohlensauer geworden, und der Graphit ist gänzlich zersetzt. Aus allem diesen folgt, daß der Graphit ein mit Eisen innig verbundener Kohlenstoff (Carbure de fer) ist. Die brennbare Luft in dem zuletzt angeführten Versuche entsteht ohne Zweifel aus der Zersetzung des in dem Alkali enthaltenen Wassers, indem das Oxygen sich mit dem Kohlenstoffe verbindet, und Kohlensäure giebt, das Hydrogen aber durch die Verbindung mit dem Wärmestoffe gasförmig wird. Das Eisen macht nach den Versuchen etwa den zehnten Theil eines reinen Graphits aus. — Wie er im Roheisen und Stahl vorhanden ist, ist in der Naturlehre (373.) angeführt.

Der Graphit wird in Schichten und Nestern in uranfänglichen Gebirgen angetroffen, der beste in Cumberland. Der gute wird zu Bleystiften angewandt, der schlechtere als Zusatz zu feuerfesten Schmelztiegeln, zum Anschwärzen eiserner Öfen und Röhren, mit Fett vermischt oder für sich allein als Mittel, das Reiben an Maschinen zu vermindern.

141. Der Schwefel (Naturl. 393.) findet sich natürlich nur in jüngern, oder vom Feuer durchwühlten Gebirgen, häufig in Kalkgebirgen, am gewöhn-

lichſten in Gyps, nicht ſelten als feiner Staub auf der Oberfläche von natürlichen warmen oder Schwefelwaſſern, oder in den Röhren, wodurch ſie fließen, auch wohl angeflogen, oder als feine Wolle in den Ritzen und Mündungen noch brennender oder verloſchener Vulkane. — In den Schwefelerden iſt der Schwefel gewöhnlich mit Thon vermengt und verlarvt, oft zugleich mit Erdharze durchdrungen, und dadurch braun oder ſchwarz gefärbt. — Es findet ſich auch eine natürliche Schwefelleber in einer innigen Vereinigung des Schwefels mit Kalkerde oder fixem Alkali. — Der Schwefelkies iſt (123.) bey den Eiſenerzen angeführt. Aus den Kieſen oder kieſigen Mineralien wird der meiſte Schwefel gewonnen.

142. Der Bernſtein *), deſſen Säure in der Naturlehre (334.) beſchrieben iſt, iſt nicht ſchwer (1,078 — 1,085), im Bruche glatt und glänzend, oft durchſcheinend, gelb, manchmal röthlich, einem Pflanzenharze ähnlich, aber härter, ſo daß er ſich ſauber verarbeiten und poliren läßt. Er enthält oft Moosblätter, Inſekten, beſonders Waldinſekten, eingeſchloſſen, und findet ſich zuweilen bey unterirdiſchem Holze, welches auch wohl von demſelben durchdrungen iſt, zuweilen mit Eindrücken auf der Oberfläche, oder noch ganz weich. Daher wird es wahrſcheinlich, daß er aus dem Pflanzenreiche entſtanden, vielleicht das durch Mitwirkung einer Säure veränderte Harz einer untergegangenen Art von Bäumen ſey. Man trifft ihn vornehmlich an den Seeküſten in Flözlagern an, am häufigſten an der preußiſchen Küſte der Oſtſee, aber

*) Bedeutet Brennſtein. Im Engliſchen heißt burn brennen. So iſt Schwefel von dem Niederſächſiſchen Schwelen, ohne Flamme brennen.

aber auch landeinwärts in der Mark Brandenburg, in Oberdeutschland, in dem südlichen Europa, in Asien. In Asturien findet er sich sehr reichlich in Schiefer. Der Bernstein verbrennt mit Flamme und Rauch, und hinterläßt eine schwarze, schwer einzuäschernde Kohle. Die trockne Destillation liefert kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas, kohlensaures Gas, ein festes saures Salz, und vieles brennzliche Öl, welches durch Reinigung dünner und heller wird. Die concentrirte Schwefel- und Salpetersäure wirken auf den Bernstein wie auf ein Harz.

143. Der Ambra*) mag hier neben dem Bernsteine seine Stelle finden, wiewohl es sehr zweifelhaft ist, ob er in das Mineralreich gehöre. In dem Wernerischen System ist er nicht aufgenommen. Diese Substanz ist dunkelgrau, undurchsichtig, ohne Glanz, im Bruche körnig, zerreiblich, doch etwas zähe, leichter als Wasser, mit Flamme und Rauch verbrennlich, ohne Rückstand, wenn sie rein ist, mit einem starken, aber angenehmen Geruche. Bey der trocknen Destillation giebt der Ambra ein säuerliches Wasser, etwas saures Salz in trockner Gestalt, und einen größern Theil Öl. Er wird an den Küsten von Madagaskar, Coromandel, Sumatra u. a. aus der See gefischt, oder an den Küsten gesammelt. Gewöhnlich findet man ihn in kleinen Stücken, doch hat man ein paarmal Massen von 182 und 225 Pfund gefunden. Zuweilen sind Fischgräten, Schnäbel von Vögeln, Mäuler von dem achtfüßigen Blackfische eingemischt. Sollte er nicht ein Erdharz seyn, das aus

*) Im Französischen Ambre gris zum Unterschiede von Ambre jaune, der gewöhnlichen Benennung des Bernsteins. Unsere flüchtigen, oft schlecht unterrichteten Uebersetzer pflegen dieß wörtlich wieder zu geben.

aus dem Boden des Meers quillet, und ſich hernach erhärtet, daher bisweilen fremde Körper damit vermengt ſind? In großen Maſſen ſieht man immer regelmäßig auf einander liegende verſchieden gefärbte Schichten. Einige halten ihn für den verhärteten Unrath des Pottfiſches.

144. Das Erdöl oder Steinöl iſt ein flüſſiger oder ſchmieriger mineraliſcher Körper von ſtarkem Geruche, leichter Entzündlichkeit, und geringem Gewichte, ſo daß es auf dem Waſſer ſchwimmt. — Das reinſte, klärſte und flüſſigſte iſt die natürliche Naphtha (Bergbalſam), von Farbe wie reines Waſſer, ſehr fett anzufühlen, im Geruche dem Roßmarinöl ſehr ähnlich. Sie entzündet ſich durch die Verdünſtung, wie die künſtlichen Naphthen (Naturl. 411.) ſchon in einiger Entfernung von einem Lichte, und brennt mit einer bläulichen Flamme, einem ſtarkem Rauche und vielem Ruße ab. Bey dem Zutritte der Luft verliert ſie ihre Klarheit, wird gelb, dickflüſſig und weniger entzündlich. Zu Baku am kaſpiſchen Meere, neben dem Kaukaſus, quillt ſie in Menge, und bildet hier durch Selbſtentzündung brennende Felder. Auch im Modeneſiſchen und Parmeſaniſchen. — Das gemeine Erdöl unterſcheidet ſich von der Naphtha durch dunklere Farbe, mindere Flüſſigkeit und Entzündlichkeit, ſchmieriges Anſehen und widrigen Geruch. Es findet ſich in eigenen Quellen, auf Waſſer ſchwimmend, oder tropfenweiſe aus Kalk- und Sandſteinfelſen hervorſchwitzend, in der Nähe von Steinkohlenflözen, viel häufiger als die Naphtha. — Der Bergtheer oder Maltha*) iſt ein verdicktes Bergöl, einem zähen und wenig flüſſigen Theer ähnlich.

Die

*) Maltha bedeutet im Griechiſchen erweichtes Wachs.

Die beiden ersten Arten gebraucht man zum Brennen in Lampen, und, weil die Flamme durch Wasser nicht verlischt, zu Lustfeuern und Brandkugeln. Das dickere Erdöl wird zum Betheeren der Schiffe und des Holzwerks an Gebäuden angewandt.

Die Erdnaphtha verhält sich ganz wie ein ätherisches Öl, das aus brandigen Pflanzenölen durch Rectification erhalten wird; das gemeine Erdöl wird durch Destillation in ein feineres Öl verwandelt, das der Erdnaphtha ähnlich ist.

145. Das Erdpech (Steinpech, Erdharz, Asphalt, Judenpech) ist ein Erdöl im dichten Zustande mit verschiedenen Graden des Zusammenhanges, schwerer als Wasser. Die Farbe ist schwarz, oder dunkelbraun. — Das zähe Erdpech giebt dem Drucke nach, ist fettig anzufühlen, verbrennt mit starkem Geruche, und läßt bloß eine Asche zurück. — Das erdige Erdpech ist im Bruche erdig, fühlt sich rauh an, ist etwas spröde, leicht zerreiblich, im Brennen wie das erstere. — Das schlackenähnliche Erdpech (Gagat) ist dunkelschwarz, braun, bräunlich gelb, stark glänzend, im Bruche muschelig, in Bruchstücken eckig, glatt anzufühlen, einer Politur fähig. Das schwarze giebt im Brennen einen widrig riechenden Dampf; das anders farbige einen besseren Geruch. Gerieben riecht es etwas harzartig. Durch Reiben wird es elektrisch.

Das Erdpech findet sich frey an den Ufern des todten Meeres (daher die Benennung Judenpech), sonst auch nicht selten bey Steinkohlenflözen, oder in den benachbarten Steinlagern. Es ist vermuthlich oft aus dem Erdöl durch Einwirkung der Luft oder einer Säure entstanden. Aus dem schwarzen schlackenförmi-

förmigen Erdpech wird ein dem natürlichen Erdöl ähnliches bereitet. Das Erdpech mit Fichtenpech vermischt dient zum Betheeren der Schiffe. Die Alten haben das von ihnen Asphalt genannte Erdpech als Mörtel gebraucht. Das Wort bedeutet etwas festes und dauerhaftes *).

146. Das elastische Erdpech oder mineralische Federharz wird in Derbyshire nahe unter der Erdfläche in Kalkstein angetroffen. Es hat so viele Schnellkraft als das Federharz aus dem Gewächsreiche, und verhält sich auch bey der chemischen Prüfung fast gänzlich eben so wie jenes.

147. Die einfachen Stoffe, woraus die Erdöle und Erdharze zufolge der Producte durch die trockne Destillation bestehen, sind Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie von vegetabilischen Ölen und Harzen. Doch folgt daraus nicht, daß jene aus dem Pflanzenreiche ihren Ursprung haben, weil diese einfachen Stoffe auch in dem Mineralreiche vorhanden sind. Die Kalkarten enthalten Kohlensäure, in welcher 28 Procent Kohlenstoff steckt (Naturl. 263.); die andern beiden Stoffe können durch Zersetzung des Wassers (Naturl. 461.) geliefert seyn.

148. Die Steinkohlen sind feste, ziemlich leicht zerbrechliche, schwarze, brennbare Körper, ohne merklichen Geruch und Geschmack, schwerer als Wasser (1,24 bis 1,27 specif. Gew.). Sie bestehen, nach Kirwan's Untersuchungen, aus Kohlenstoff und Erdpech, die zufälligen Beymischungen von Erden, Schwefelkies und andern Stoffen nicht gerechnet. Das Verhältniß ist ungleich, der Kohlenstoff überwiegend.

*) Suidas sagt, daß der Asphalt den Ziegelsteinen und kleinen Steinen beygemischt eine eisenfeste Masse mache.

wiegend. Die meiſten Steinkohlen geben durch trockne Deſtillation flüchtiges Alkali, welches aber nicht auf einen Urſprung aus dem Thierreiche deutet. Die Grundſtoffe dieſes Alkali, Waſſerſtoff und Stickſtoff, können bey der Deſtillation mit einander verbunden ſeyn, oder waren ſchon in dem Erdboden durch Zerſetzung des Waſſers und der Luft entbunden, und in den Steinkohlen vereinigt worden.

Die beſte Gattung der Steinkohlen iſt die Pechkohle, pechſchwarz, feſt und glänzend. Die Schieferkohle bricht ſchiefrig, iſt weniger feſt und glänzend, abfärbend. Die Kennelkohle (Candle-coal) läßt ſich ſchleifen, und zu zierlichen Sachen verarbeiten. Man unterſcheidet noch manche Abänderungen: Glanzkohle, Stangenkohle, Blätterkohle, Grobkohle u. m.

Die Steinkohlen finden ſich nur in Flözgebirgen, am häufigſten in Kalk- und Schiefergebirgen, oft nahe bey Alaun- und Vitriolerzen, bey Salzquellen und Geſundbrunnen, hin und wieder unter Baſalt. Sie machen hier meiſtens eigene, über einander liegende, Flöze von verſchiedener Mächtigkeit aus, die gewöhnlich durch dünne Schichten anderer Bergarten getrennt ſind.

Der Gebrauch der Steinkohlen zum Brennmaterial iſt bekannt. Durch eine unvollendete Verbrennung derſelben, in eigenen Öfen, oder, nach Art der Verkohlung des Holzes, in offenen Meilern, werden ſie zum Schmelzen der Erze und zu anderm Gebrauche geſchickter gemacht (Coaks), ob ſie gleich an Hitzkraft verlieren. Bey dem erſtern Verfahren wird ein Öl, das als Öl und Theer ſehr nutzbar iſt, und flüchtiges Alkali, zur Bereitung des Salmiaks, gewonnen.

149. Die aufgeschwemmten Gebirge enthalten oft, in mehr oder minder mächtigen Lagern, Holz, das mit Erdöl oder Erdpech durchdrungen ist, bituminöses Holz, meistens sehr zertrümmert, aber oft noch so zusammenhängend, daß es sich wie gewöhnliches Holz verarbeiten läßt, in einzelnen Stücken, ganzen Stämmen, und gleichsam ganzen Waldungen unter der Erde. Wenn das erdharzige Holz etwas vermodert ist, heißt es Erdkohle oder Braunkohle. Die abfärbende Umber-Erde ist ein ganz vermodertes bituminöses Holz. Am begreiflichsten ist es, daß das Holz, durch innere Trennung und neue Verbindung seiner Grundstoffe, in den erdharzigen Zustand versetzt worden sey. — Der Torf, ein Gewebe von Pflanzenwurzeln und Pflanzentheilen, auf eine mehr oder weniger kenntliche Art, mit Thon, Mergel oder Sand versetzt, ist oft von Erdharz durchdrungen, welches sich auf die eben gedachte Art erzeugt haben mag.

Die chemischen Kräfte der Natur sind, wie man hieraus sieht, auf eine sehr wohlthätige Art benutzt, ein unterirdisches Magazin von Brennmaterialien zu verschaffen, da der Vorrath über der Erde in manchen Gegenden für den Verbrauch zu klein ist.

150. Von den Versteinerungen wird in der physischen Geographie das wichtigste angeführt werden.

Verzeichniß
einiger Bücher zur Naturlehre.

1. Die mannigfaltigen Entdeckungen und neuen Ansichten in der Naturlehre und der mit ihr jetzt enge verbundenen Chemie verursachen, daß selbst neuere sehr gute Schriften nicht allein Zusätze, sondern auch Veränderungen bedürfen. Man wird daher bey den hier empfohlnen Schriften auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen haben.

2. Die ältern Hauptwerke in der Physik von s'Gravesande, Desagüliers, Musschenbroek bleiben es noch immer in der eigentlichen oder allgemeinen Physik, und in der Anwendung der Mathematik auf dieselbe, bey welcher letztern sie nur manchmahl in die technische Mathematik übergehen.

3. Zu der mathematischen Physik erhält man sehr gute Anleitung aus dem Abrisse der angewandten Mathematik in Kästners Anfangsgründen, und dessen Lehrbüchern der Mechanik und Hydrodynamik. In der Lehre von der Bewegung und dem Lichte dienen dazu auch sehr gut der zweyte und dritte Theil der nicht vollendeten Anfangsgründe von Karsten.

4. Physikalisches Wörterbuch — von J. S. Tr. Gehler. 4 Theile gr. 8. (jeder etwa von 2½ Alph.) Leipzig 1787 — 1791. Supplementband, 1795,

noch ein Band mit vierfachem Regiſter. Von den erſten vier Bänden iſt ein neuer, aber unveränderter, Abdruck gemacht. Der große Fleiß und die Genauigkeit, womit dieſes Werk ausgearbeitet iſt, haben es längſt zum allgemeinen Handbuche gemacht.

5. Phyſikaliſches Wörterbuch — von J. C. Fiſcher. Göttingen 1798 — 1804; erſter Supplementband 1805. Sehr vieles iſt aus dem Gehlerſchen Wörterbuche in dieſes übergetragen, oft wörtlich. Als Ergänzung ſoll beſonders die, auch auf dem Titel angegebene, gedoppelte Erklärung nach der atomiſtiſchen und nach der dynamiſchen Lehrart dienen.

6. Leçon de Phyſique expérimentale par *Nollet*. Huitième édition, à Paris 1780. 6 voll. Die erſte 1743. Wegen der umſtändlichen Beſchreibung der Verſuche und der erläuternden Kupfer brauchbar, durch die Leichtigkeit des Vortrages unterhaltend, oft freylich über der Oberfläche hingleitend. Es gehört dazu:

7. L'art des expériences, ou avis ſur le choix, la conſtruction et l'uſage des Inſtrumens, ſur la préparation et l'emploi des drogues, qui ſervent aux expériences, par *Nollet*. à Paris 1770. 3 voll. 8. Der erſte Theil enthält das auf dem Titel angezeigte, der zweyte und dritte Erläuterungen über die Verſuche des erſtern Werks.

8. Traite élémentaire, ou Principes le Phyſique par *Briſſon*, quatrième edit. à Paris 1803. 3 voll. 8.

Elémens ou Principes phyſico-chymiques, deſtinés à ſervir de ſuite aux Principes de Phyſique par *Briſſon*, à Paris 1800. 1 vol.

Zur Kenntniß des neuen Syſtems der Phyſik und Chemie in Frankreich dienlich, ſo wie das folgende.

9.

9. Traité élémentaire de Physique par *Hauy*, à Paris 1804. 2 voll. in 8. Die Darstellung ist klar mit einer angenehmen Art des Ausdrucks.

10. Erxleben's Anfangsgründe der Naturlehre. Sechste Auflage, mit Verbesserungen und Zusätzen von Lichtenberg. Göttingen 1794. 8. Die scharfsinnigen Bemerkungen des Herausgebers geben diesem Handbuche einen bleibenden Werth.

11. Karsten's Anfangsgründe der Naturlehre, zweyte Aufl. Halle 1790. 8.

Desselben Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur für angehende Ärzte, Cameralisten und Ökonomen, Halle 1783.

Desselben kurzer Entwurf der Naturwissenschaft, vornehmlich ihres chymisch-mineralogischen Theils. Halle 1785. 8. Durch Deutlichkeit, und Genauigkeit und eine für die Zeit ihrer Erscheinung zweckmäßige Vollständigkeit noch jetzt sehr brauchbar. Die Anfangsgründe enthalten vornehmlich den mathematischen Theil der Naturlehre.

12. J. T. Mayers Anfangsgründe der Naturlehre. Zweyte Ausgabe. Göttingen 1805. Damit steht in Verbindung:

Desselben Lehrbuch über die physische Astronomie, Theorie der Erde und Meteorologie. Göttingen 1805.

13. G. G. Schmidts Handbuch der Naturlehre. Zwey Abtheilungen, Gießen 1801. 1803.

14. Macquers chymisches Wörterbuch aus dem Französischen mit Anmerkungen und Zusätzen von J. G. Leonhardi. Zweyte Ausgabe. 7 Theile. gr. 8. (jeder von 2¼ Alph. etwa). Leipzig 1788—1791. Die sehr zahlreichen und starken Zusätzen des Heraus-

gebers geben der deutschen Ausgabe einen großen Vorzug vor dem Original.

15. Grens systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Zweyte Auflage. 4 Bände. gr. 8. Halle 1794 — 1796. Gut geordnet und sehr faßlich. Es ist unbequem, daß der Verfasser sich nicht ganz von dem Phlogiston losmachen konnte, und es noch neben der neuen Theorie einzuschieben bemüht ist. Ein Auszug ist

Desselben Grundriß der Chemie in zwey Theilen. Zweyte Auflage. Halle 1800.

16. Wieglebs Handbuch der allgemeinen Chemie. Dritte Auflage. 2 Bände. gr. 8. Berlin und Stettin 1796. Es ist deutlich abgefaßt, in dem technischen Theile lehrreich. Die Theorie sondere man von den Thatsachen ab.

17. Hildebrandts Encyklopädie der gesammten Chemie. Erster Theil. Die Theorie in 7 Heften, die 4½ Alph. füllen. Erlangen 1799 — 1802. Der praktische Theil ist noch nicht vollendet. Zur Übersicht der jetzt so weitläufig gewordenen Chemie sehr brauchbar.

18. Traité élémentaire de Chimie, — par *Lavoisier*, 2 Tomes, à Paris 1789. 8. mit vielen Kupfern, welche insbesondere die neuen chemischen Geräthschaften abbilden. Dieses Werk ist keine vollständige Chemie, sondern enthält nur dasjenige, was auf das neue physisch-chemische Bezug hat, sehr faßlich und überzeugend vorgetragen. Eine mit vielen Anmerkungen bereicherte Übersetzung ist

System der antiphlogistischen Chemie von A. L. Lavoisier — von S. F. Hermbstädt. Zweyte Ausgabe in 2 Th. gr. 8. Berlin und Stettin 1803.

19.

19. Système des connaiſſances chimiques, et de leurs applications aux phénomènes de la nature et de l'art, par *A. F Fourcroy*. X Tomes, à Paris An. IX. Ich darf nur das bemerken, daß dieſes Hauptwerk mit möglichſter Anſchaulichkeit und mit vieler Eleganz geſchrieben iſt. Es iſt ins Deutſche überſetzt und dabey etwas abgekürzt, doch, wie verſichert wird, ohne Schaden der Sachen, nur in dem Vortrage.

20. De Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre und die zur Abmeſſung ihrer Veränderungen dienlichen Werkzeuge. Aus dem Franzöſiſchen überſetzt von Gehler. Zwey Theile. gr. 8. Leipzig 1776 — 1778. Ein lehrreiches Werk.

21. De Lüc neue Ideen über die Meteorologie. Aus dem Franzöſiſchen. Berlin und Stettin 1787. 2 Theile in 8.

22. Cavallo's Abhandlung über die Natur und die Eigenſchaften der Luft, und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien. Aus dem Engliſchen. Leipzig 1783. 8.

23. Prieſtley's Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik, vorzüglich in Abſicht auf den phyſikaliſchen Theil dieſer Wiſſenſchaft. Aus dem Engliſchen überſetzt von G. S. Klügel. Leipzig 1776. 2 Theile in 4.

24. Il Neutonianismo, ovvero dialoghi ſopra la luce, i colori e l'attrazione. Ediz. ſeſta. In Napoli 1746. 8. Vom Grafen Algarotti. Sehr unterhaltend, quae legat ipſa Lycoris. Das Buch iſt ins Franzöſiſche und Deutſche überſetzt.

25. Prieſtley's Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität. Überſetzt von Krünitz. Berlin und Stralſund 1772. 4. Von dem Originale ſind zwey Ausgaben, von 1767 und 1769.

26. Kühns Geschichte der Elektricität. 2 Th. 8. Leipzig 1783. 1785. Eine Fortsetzung sind: die neuesten Entdeckungen in der Elektricität. 2 Th. 8. 1796. 1797.

27. Cavallo vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität. Aus dem Englischen übersetzt von Gehler. Dritte Auflage 1785. 8. Von dem Original: A complete treatise on electricity, ist 1795 die vierte Ausgabe erschienen, in drey Bänden, von welchen der dritte Zusätze zu den beiden erstern, oder der dritten Ausgabe, enthält.

28. Manuel du Galvanisme par Izarn, à Paris 1804.

29. Kirwan's Anfangsgründe der Mineralogie. Aus dem Englischen übersetzt von L. v. Crell. Zweyte Ausgabe. Berlin und Stettin 1796. 1798. Auch als zweyter Band der physisch-chemischen Schriften von Kirwan. Der Verfasser ist mit der Mineralogie der Deutschen sehr gut bekannt.

30. Lenz System der mineralogischen Körper. Bamberg und Würzburg 1800.

31. Mineralogische Tabellen ausgearbeitet von Karsten. Berlin 1800. Fol. Es sind darin die Bestandtheile der Mineralien angezeigt; von den Gebirgsarten die Gegenden, wo sie sich finden.

32. Ausführliche und gelehrte Werke über die Mineralogie sind die von Emmerling, Estner und Reuß. Von dem Emmerlingischen Lehrbuche wird jetzt eine neue Ausgabe veranstaltet.

Zusätze
zu der Naturlehre.

Zu §. 68. Wenn das Gewicht des Fadens nicht in Betracht gezogen wird, und die Kugel gleichförmig dicht ist, so suche man die dritte Proportionallinie zu dem Abstande des Mittelpunctes der Kugel von dem Aufhängepuncte, und zu dem Halbmesser der Kugel, und nehme von derselben $\frac{2}{5}$; diese ist der Abstand des Schwingungspunctes von dem Mittelpuncte der Kugel, und zwar unterhalb desselben. — Der Schwingungspunct an einer gleichförmig dicken und dichten Stange, die um eine Axe durch das eine Ende schwingt, liegt ein Weniges tiefer als $\frac{2}{3}$ der Länge. Ist die Dicke gegen die Länge unbedeutend, so ist der Abstand des Schwingungspunctes von der Länge sehr nahe $\frac{2}{3}$ der Länge.

Zu §. 198. Die chemische Auflösung, die hier gemeint ist, ist eine innige Vereinigung zweyer oder mehrerer ungleichartigen Körper zu einem, wenigstens für unsere Sinne, gleichartigen Ganzen. Die Gleichartigkeit des vereinigten Stoffes liegt in der gleich vorher angenommenen gegenseitigen Umbildung der in Verbindung gebrachten Stoffe. Eine Auflösung nach dem gemeinen Sprachgebrauche kann eine bloße Aufnahme einer Materie in die Zwischenräume einer andern seyn. Mehr als eine solche möchte durch bloße anziehende Kräfte auch nicht hervor gebracht werden. Die in (201) als Beyspiel angeführte Auflösung der Wasserdünste in der Luft kann beiderley Art seyn, wovon §. 451 ff. nachzusehen sind.

Zu §. 214. am Ende. Dieses ist zufolge §. 361. zu berichtigen.

Zu §. 216. Hr. Mayer findet einige Schwierigkeit bey der Erklärung der chemischen Scheidung nach der dynamischen Vorstellungsart. Naturlehre §. 136. 137. Freylich wenn die körperlichen Kräfte bloß anziehende und abstoßende, in jeder Materie zugleich befindliche, Kräfte sind, so ist die Scheidung eines chemischen Products durch einen hinzugesetzten Körper nicht sehr begreiflich. Man möchte

möchte eher ein neues Product durch Modification der Anziehungen und Abstoßungen erwarten. Allein ein eigentliches dynamisches System sollte sich über die bloß locale Vereinigung und Sonderung der materiellen Kräfte erheben. Ist die Materie bloß Resultat mancherley immaterieller Kräfte, unserm sinnlichen Vorstellungsvermögen gemäß, so können diese Kräfte sich durchdringen oder innigst verschmelzen (es ist schlimm, daß man hier körperliche Bilder gebrauchen muß), allein auch eben so gut, bey der Zwischenkunft anderer Kräfte, sich trennen. Die dynamische Vorstellungsart hat dadurch einen Vorzug vor der atomistischen, daß sie uns eine völlig gleichartige Beschaffenheit eines chemischen Products zeigt, da die atomistische immer nur eine Mischung giebt.

Der forschende Leser wird über die chemischen Verwandtschaften Berthollets wichtiges Werk über die chemische Statik zu studieren haben, woraus ich in diesem bloß vorbereitenden Abschnitte nichts anbringen konnte. In der Folge war ich immer mit dem Einzelnen beschäftigt.

Zu §. 265. Die Benennung, eisartiges Vitriolöl (oder auch vitriolisches Eisöl) ist zweydeutig. Man sehe Macquers chemisches Wörterbuch VI. 765. Anm. c). Der Uebersetzer will nicht, daß man die durch den Frost spießförmig fest gewordene, oder die bey gelinder Destillation sternförmig erhaltene, Schwefelsäure so nennen soll, sondern diejenige, welche bey dem äußersten Feuersgrade zu Ende der Destillirung aus dem Eisenvitriol übergeht, sich in Gestalt weißer Schneeklumpen zeigt, und bey einer Wärme von 80° F. noch dieses Ansehen behält. Am besten wird es seyn, die Benennung gar nicht zu gebrauchen.

Zu §. 299. und 515. Bey den Entzündungen in der übersauren Kochsalzsäure wird man noch auf die große Menge Wärmestoff Rücksicht zu nehmen haben, welche bey der Bereitung derselben, in gebundenem Zustande übergegangen ist, und bey Zersetzung der Säure durch den in ihr eingetauchten Körper, bey der gehörigen Temperatur, auf einmal wieder frey wird.

Zu §. 368. Es ist hier die merkwürdige, der Platina mit dem Eisen gemeinschaftliche, (in der vorhergehenden Ausgabe erwähnte,) Eigenschaft vergessen, daß sie sich schweißen läßt. Sie beruht darauf, daß Platina

und

und Eisen, wie in (350) angeführt ist, vor dem Schmelzen merklich weich werden.

Zu §. 440. bey III. 11. Hier ist noch beyzufügen die Nachweisung auf §. 392.

Zu §. 432. Z. 5. 6. v. u statt ganz gleiche setze man ähnlichen. Ferner Z. 3. statt Doch lese man nun: Denn es.

Zu §. 438. Noch eine Art, den Phosphor als eudiometrische Substanz anzuwenden, besteht darin, daß man ihn in der zu untersuchenden Luftgattung langsam sich mit Leuchten verzehren läßt, bis daß dieses aufhört. Es ist dies freylich auch ein Verbrennen, nur ein langsames. S. Grens Naturlehre, dritte Ausg. §. 851., desselb. neues Journal der Physik. Bd. IV. S. 363 ff., Gilberts Annalen der Physik. Bd. V. S. 345.

Zu §. 440. Statt Salpetersaures Gas ist zu lesen Salpeterhalbsaures oder Salpetergas.

Zu §. 471. Es hätte die Graduirung des Luftthermometers nach Lambert hier angeführt seyn sollen. Die Grade in den Achtziger Theilen vom Gefrierpuncte bis zum Siedpuncte des Wassers sind

0; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80.
0; 47; 94; 141; 188; 235; 282; 329; 376.

Lamberts Pyrometrie, §. 140.

Zu §. 477. Die drey ersten Grade nach dem Wedgwoodschen Thermometer sind unter o der Scale, wie man leicht sieht. Man möchte sie zur Deutlichkeit mit — bezeichnen. Sie werden zu den Graden über o addirt, wenn man den Unterschied zweyer Temperaturen, deren eine über o, die andere darunter ist, haben will.

Zu §. 488. Es ist mir hierbey von einem gelehrten Freunde eingewandt worden, daß Wein in Wein, und Oel in Oel zum Sieden kommt. Er giebt folgende Erklärung als natürlicher und richtiger an. Das kochende Wasser im Gefäße hat den höchsten Grad seiner Flüssigkeitswärme erreicht; die übrige noch zugeführte Wärme geht (als Vaporisationswärme) mit dem Wasserdampfe davon. Setzt man also ein anderes Gefäß mit Wasser in jenes, so kann dieses von dem kochenden Wasser keine andere als höchstens seine (äußerste) Flüssigkeitswärme mitgetheilt bekommen, die also zum Sieden nicht hinreicht. Wein aber und Oele verdichten sich beym Kochen; daher u. s. w.

In-

Inzwischen möchte man doch fragen, warum die dem äußern Wasser allein unmittelbar zugeführte Siedhitze bloß auf die Verdampfung, und nicht zum Theil auf die Siedung des innern Wassers verwandt wird. Ich lege der Erschütterung der Körpertheilchen bey Erregung der Wärme allerdings einen Einfluß bey, ob ich gleich derselben nur hier und in 521 erwähnt haben werde. Die Verdichtung des Weins und des Oels verursacht, daß diese in dem umschließenden Gefäße eine größere Hitze annehmen, als zum Sieden erforderlich ist. Von dieser theilen sie dem innern Flüssigen so viel mit, daß es, ungeachtet der trennenden Wand, zum Sieden kommen kann. Ohne Zweifel hat das letztere eine niedrigere Temperatur als das äußere.

Zu §. 519. Von den Versuchen mit dem Knallsalze ist eine Nachricht in Grens neuem Journal der Physik. Bd. IV. S. 238 ff. enthalten. Salpetersaures Silber und Phosphor macht eine der fürchterlichsten Detonationen. Von diesem und ähnlichen Versuchen s. Scherers Journal der Chemie Bd. I. S. 604 ff. Wie sehr Erschütterung die Entbindung der Wärme begünstige, sieht man aus den hier angeführten Detonationen.

Zu §. 522. Merkwürdig ist ein neuer Versuch von Biot, da er eine Mischung von brennbarer Luft und Sauerstoffgas (Lebensluft) in einer Windbüchsenpumpe durch einen schnellen Stoß zur heftigen Detonation brachte, wobey ein ausnehmend lebhaftes Licht sich zeigte, welches mittelst eines aufgeschrobenen Glases bemerklich ward. Gilberts Annalen der Physik. XX. 99 ff.

Da nach Berthollet in seiner Statique chimique die Elektricität, indem sie durch Körper geht, in den kleinsten Theilen derselben eine wahre Compression bewirkt, so schließt Biot aus jenem Versuche, daß das elektrische Licht sich aus der Luft durch schnelle Zusammendrückung bey dem Durchfahren der Elektricität entbinde, also eine bloß mechanische Erscheinung sey.

Fig. 1.

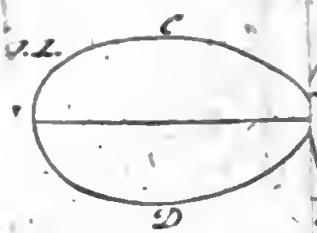
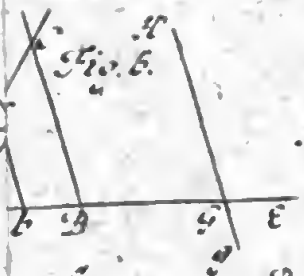


Fig. 6.



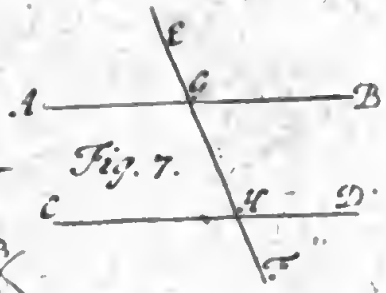


Fig. 7.

Fig.

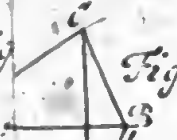


Fig. 13.

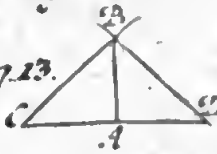


Fig. 14.

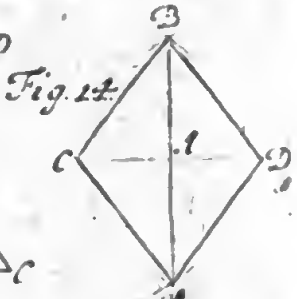
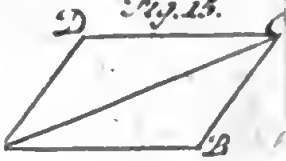


Fig. 15.



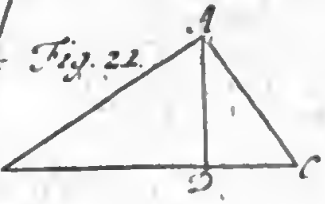


Fig. 22.

Fig. 17.

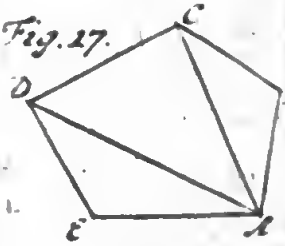


Fig. 22.

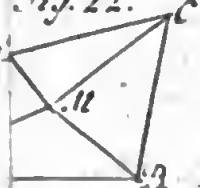


Fig. 22.*

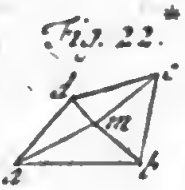


Fig. 23.*

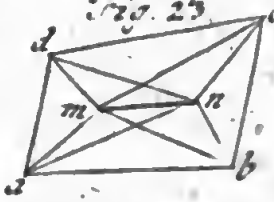


Fig. 24.

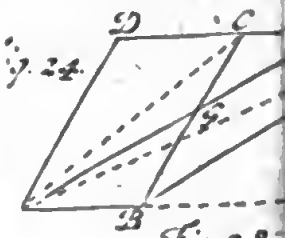


Fig. 27.

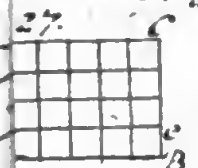


Fig. 23.

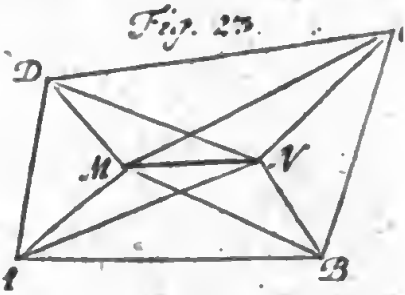


Fig. 28.

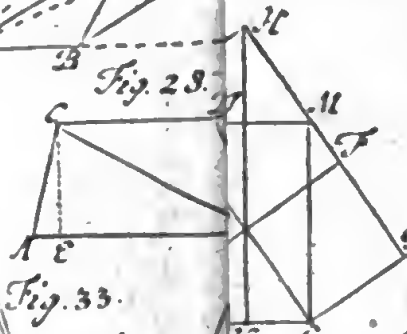


Fig. 33.

Fig. 34.

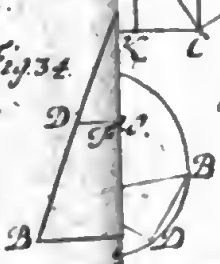


Fig. 38.

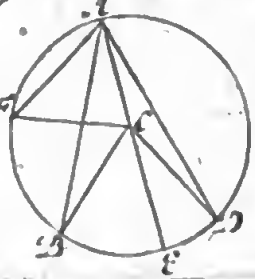
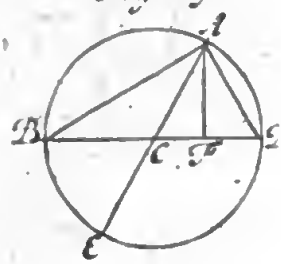


Fig. 39.



zu Klügels Encyclopädie
3te Abth. 2ter Th.

Fig. 41.

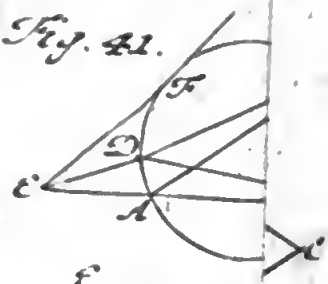


Fig. 46.

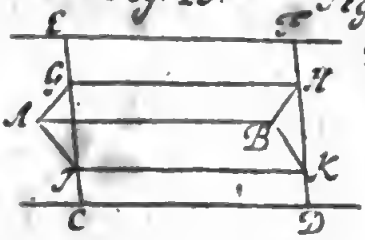


Fig. 47.

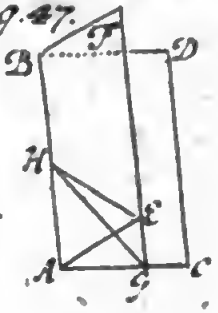


Fig. 48.

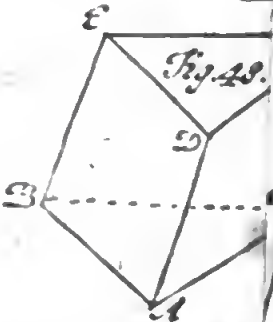


Fig. 53.

Fig. 54.

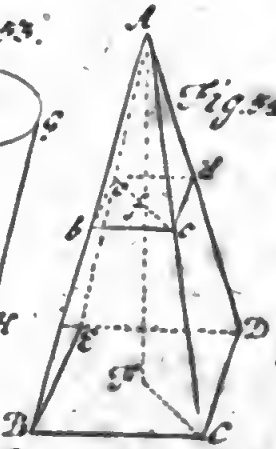


Fig. 55.

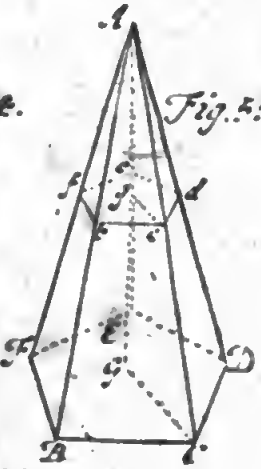


Fig. 56.

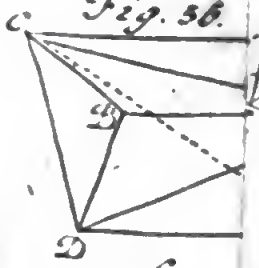


Fig. 62.

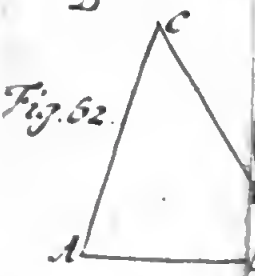


Fig. 61.

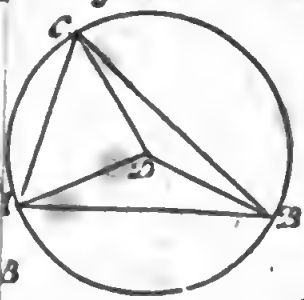


Fig. 66.

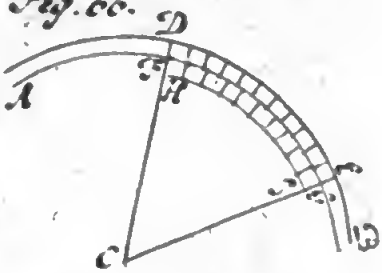


Fig. 63.

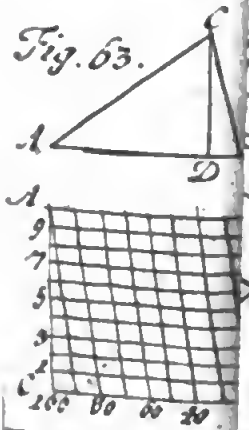


Fig. 67.

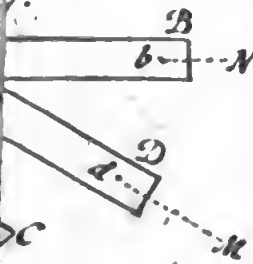


Fig. 69.

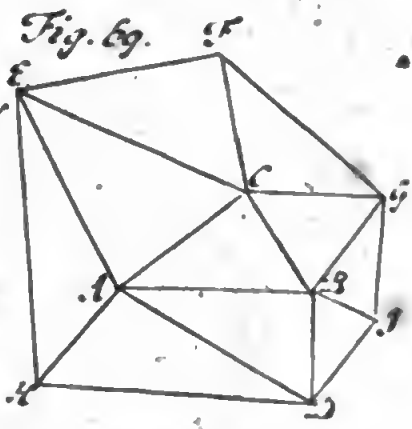


Fig. 70.

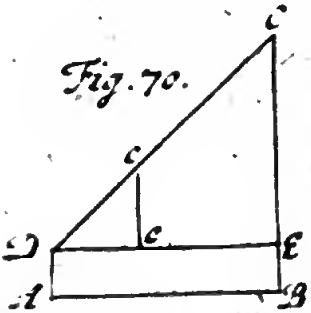


Fig. 74.

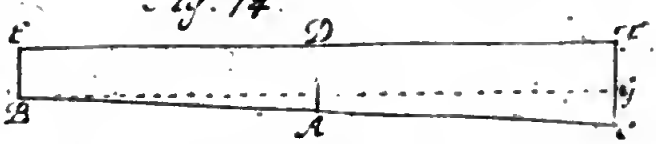
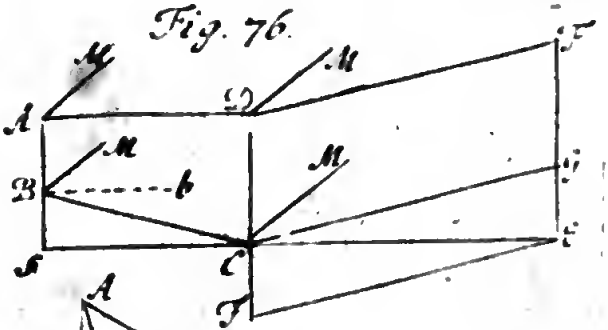
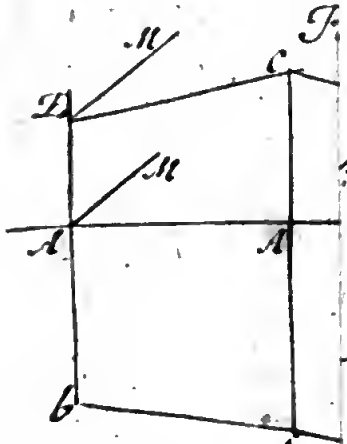


Fig. 76.





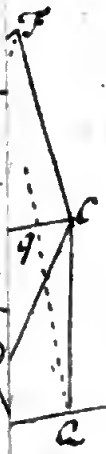
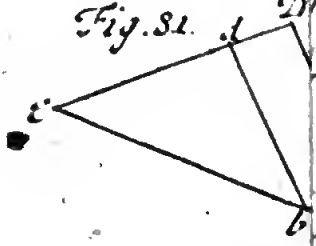


Fig. 80.

Fig. 81.



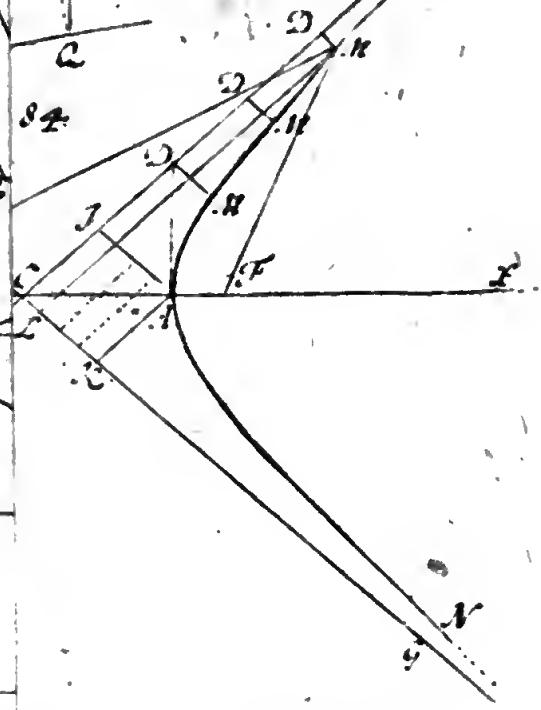


Fig. 82.

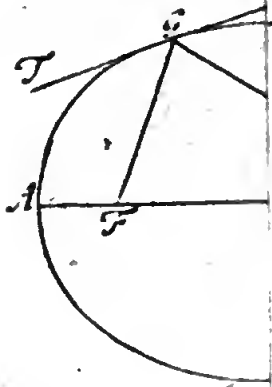


Fig. 1.

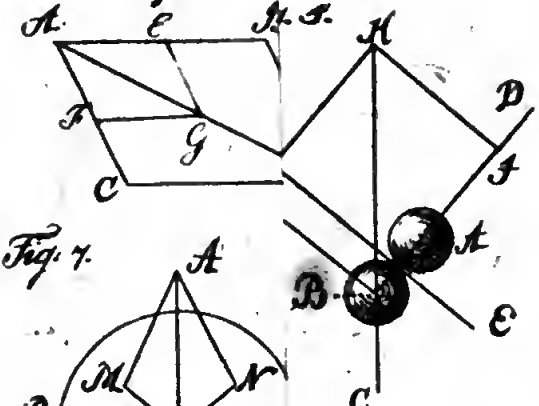


Fig. 6.

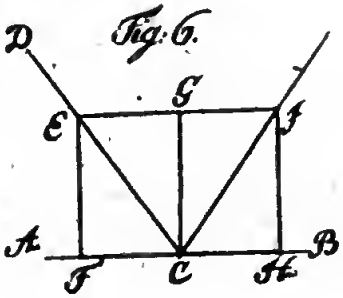


Fig. 7.

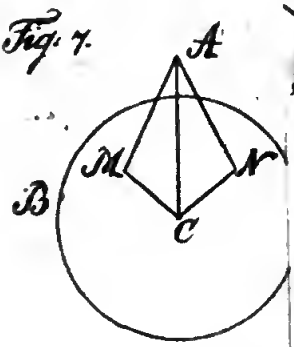


Fig 11

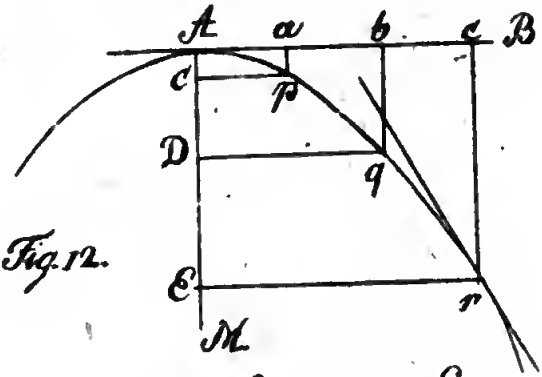


Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 17.

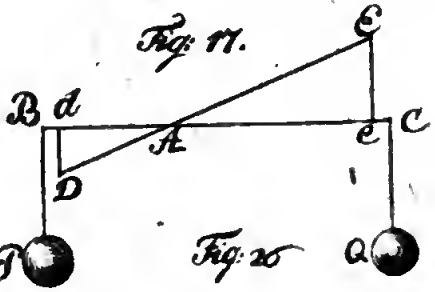


Fig. 18.

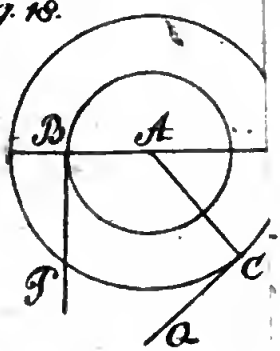


Fig. 20

Fig. 21.

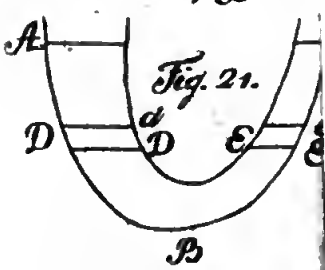
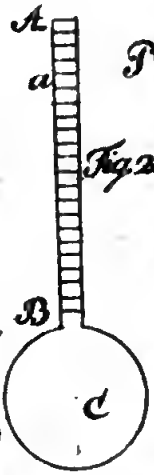
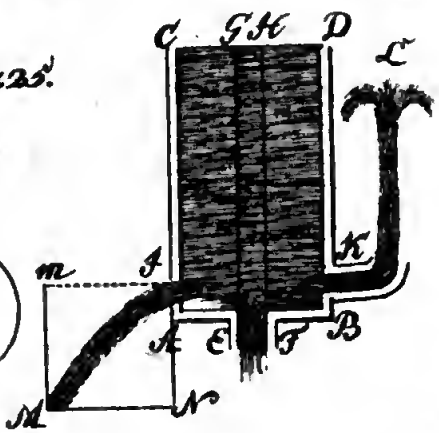


Fig. 25.





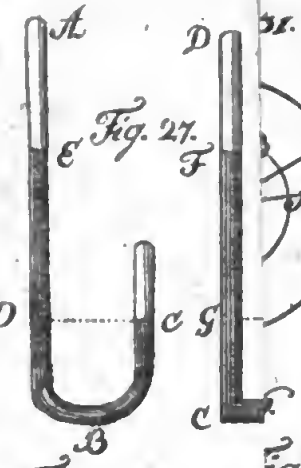


Fig. 27.

Fig. 31.

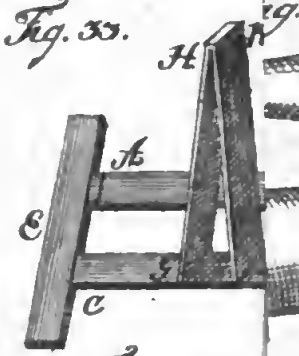


Fig. 33.

Fig. 40.

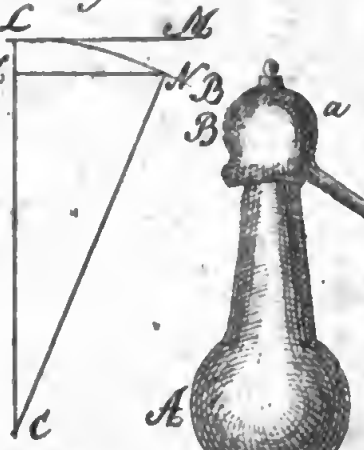


Fig. 32.

Fig. 42.

Fig. 39.

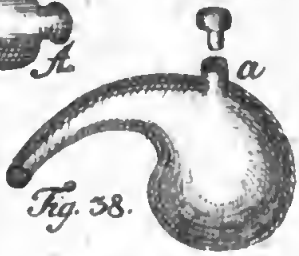


Fig. 38.

Fig. 44.

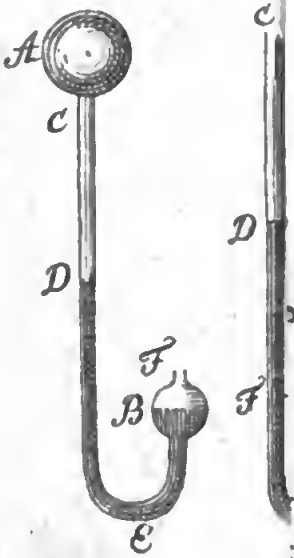


Fig. 55.

Fig. 45.

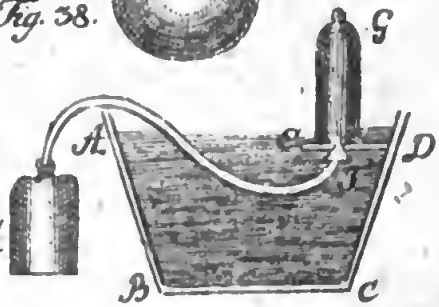
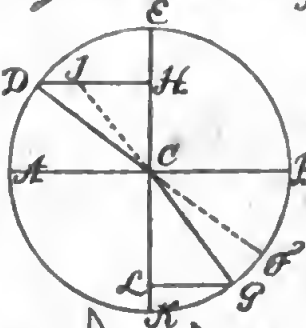
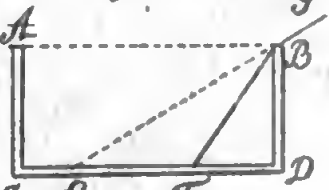


Fig. 52.

Fig. 53.





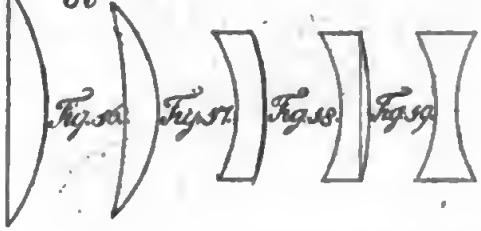
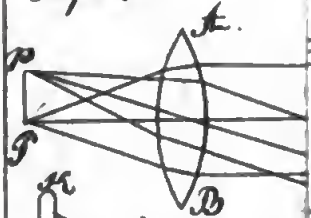


Fig. 60.

Fig. 64



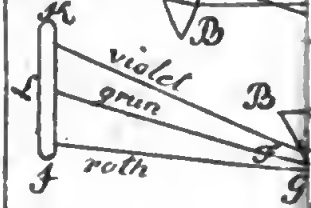


Fig. 65.

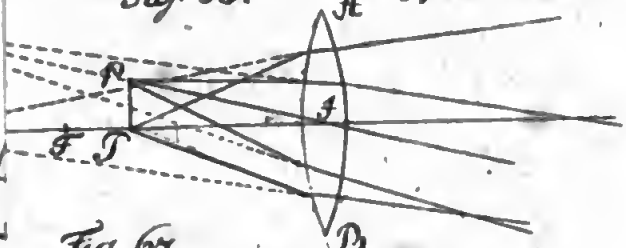


Fig. 67.

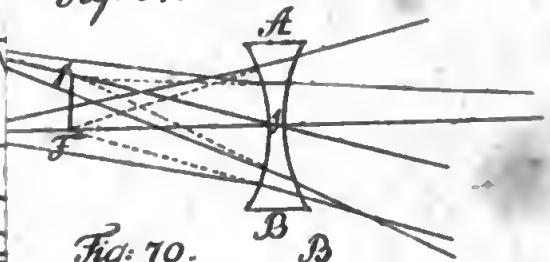


Fig. 70.

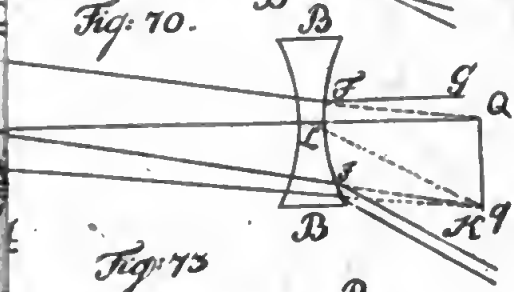
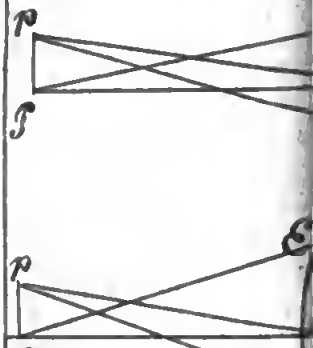
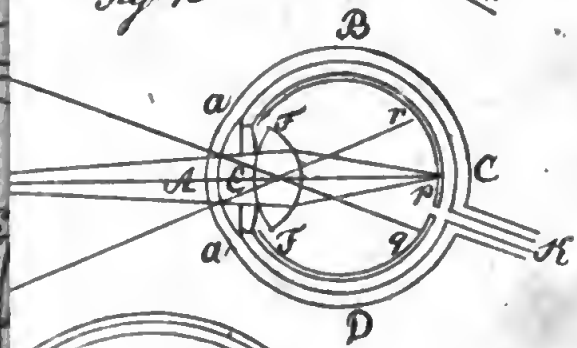


Fig. 73





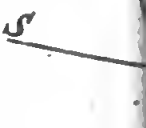
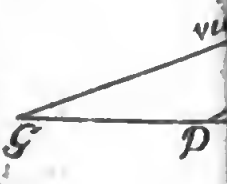


Fig. 7

Fig. 74



BIBLIOTH. ACADEM. LAUSAN
LIBERTÉ
ET
PATRIE